

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL Y DEL
AMBIENTE**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**“UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ DEL VALLE DE
MAJES COMO ADICIÓN AL CEMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE
CONCRETO CON RESISTENCIAS 140 KG/CM², 175 KG/CM², 210
KG/CM², 280 KG/CM² Y 350 KG/CM² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. Franco Alfredo Iglesias Valdivia

Bach. Ronald Edwin Yupanqui Quenta

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
*Ingeniero Civil***

**AREQUIPA – PERÚ
2016**

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad Católica de Santa María, presento mi tesis de investigación que por título lleva.

“UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ DEL VALLE DE MAJES COMO ADICIÓN AL CEMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS 140 KG/CM², 175 KG/CM², 210 KG/CM², 280 KG/CM² Y 350 KG/CM² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”

Tema de investigación que fue realizado en el laboratorio de suelos y concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María.

*Bach. Franco Alfredo Iglesias Valdivia
Bach. Ronald Edwin Yupanqui Quenta*

AGRADECIMIENTO

En la presente tesis de investigación, en primer lugar, me gustaría agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres Jaime Iglesias Haman y Miriam Valdivia Bolívar, por su apoyo incondicional e impulsarme siempre a ser mejor.

A mi familia por todo su amor y cariño.

A la Universidad Católica de Santa María y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi asesor de tesis Ing. Renato Díaz Galdos, por brindarnos su amistad y sus conocimientos referidos a la presente investigación.

A la Sra. Nancy, por su apoyo incondicional, por la ayuda y los buenos deseos brindados en el momento de realizar la tesis.

A los ingenieros que a lo largo de todo este camino marcaron cada etapa de mi vida universitaria.

A Alessandra Fernández por apoyarme en todo momento, por su paciencia.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en toda mi formación profesional.

Gracias y muchas bendiciones.

Bach. Franco Alfredo Iglesias Valdivia.

ACTO QUE DEDICO A

DIOS, por haberme guiado estos años en mi carrera, por darme la fuerza de voluntad, por darme salud, por permitir que este junto con los que quiero y por darme mucha felicidad.

A mis padres Jaime y Miriam por darme su apoyo incondicional, por haberme dado la educación, y por apoyarme moralmente. Sobre todo, por su gran ejemplo a seguir.

A mi hermana por ser parte importante en mi vida a Fiorella por llenar mis días de alegría.



Bach. Franco Alfredo Iglesias Valdivia.

AGRADECIMIENTO

A mi madre Julia Quenta Candia, por su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida e impulsarme siempre a ser una mejor persona.

A mi padre Edwin Yupanqui Larico, por su apoyo moral durante mi formación.

A la Universidad Católica de Santa María y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por darme la oportunidad de formarme como un profesional competente.

A mi asesor de tesis Ing. Renato Diaz Galdos, por el apoyo y tiempo dedicado a que esta investigación pueda realizarse.

Al Ing. Enrique Ugarte Calderón y al Ing. Olger Febres Rosado por formar parte de la presente investigación.

A la Sra. Nancy, por su apoyo durante el desarrollo de la investigación.

A los ingenieros que a lo largo de todo este camino marcaron cada etapa de mi formación universitaria.

A mis amigos cuyo apoyo fue importante en toda mi formación profesional.

Gracias y muchas bendiciones.

Bach. Ronald Edwin Yupanqui Quenta.

ACTO QUE DEDICO A

A mi madre Julia por darme su amor y apoyo incondicional, por haberme dado la educación, y por apoyarme moralmente y económicamente en cumplir mis objetivos. Y, sobre todo, por ser mi gran ejemplo a seguir.

A todos mis familiares, amigos y personas que formaron parte de mi desarrollo profesional.



Bach. Ronald Edwin Yupanqui Quenta.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1:	GENERALIDADES.....	1
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.2.	DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA.....	3
1.3.	OBJETIVOS.....	3
1.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4.	HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO 2:	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA).....	5
2.1.1.	CONCRETO CON LA UTILIZACIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.....	5
2.1.2.	OBTENCIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.....	8
2.1.3.	PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.....	10
2.2.	PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO.....	15
2.2.1.	TRABAJABILIDAD.....	15
2.2.2.	SEGREGACIÓN.....	18
2.2.3.	EXUDACIÓN.....	19
2.2.4.	COMPACTABILIDAD.....	21
2.3.	PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO.....	23
2.3.1.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	23
2.3.2.	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA.....	26
2.3.3.	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS.....	28
CAPÍTULO 3:	DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.....	32
3.1.	ESTUDIO DE LOS MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA.....	32
3.1.1.	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.....	32
3.1.2.	AGREGADO GRUESO.....	38
3.1.3.	AGREGADO FINO.....	55
3.1.4.	CEMENTO.....	77
3.1.5.	AGUA.....	80
3.1.6.	ADITIVOS.....	84
3.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO DE CONCRETO.....	89
3.2.1.	MÉTODO ACI.....	89
3.2.2.	MÉTODO MÓDULO DE FINEZA.....	96
3.3.	CALCULOS Y DISEÑOS PARA LAS MUESTRAS A ANALIZAR.....	104

3.3.1.	DISEÑO DE MEZCLAS METODO ACI 211.....	104
3.3.2.	DISEÑO DE MEZCLAS MODULO DE FINEZA.....	185
CAPÍTULO 4:	RECOPILACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	262
4.1.	ANÁLISIS DE DATOS DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO (SLUMP).....	262
4.1.1.	DISEÑOS MÉTODO ACI 211.....	262
4.1.2.	DISEÑOS MÉTODO MODULO DE FINEZA.....	267
4.2.	ANÁLISIS DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	272
4.2.1.	DISEÑOS MÉTODO ACI 211.....	272
4.2.2.	DISEÑOS MÉTODO MODULO DE FINEZA.....	297
4.3.	ANÁLISIS DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA.....	322
4.3.1.	DISEÑOS MÉTODO ACI 211.....	322
4.3.2.	DISEÑOS MÉTODO MODULO DE FINEZA.....	327
4.4.	ANÁLISIS DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN VIGAS.....	332
4.4.1.	GRÁFICOS Y TABLAS COMPARATIVAS – DISEÑOS MÉTODO ACI 211.....	332
4.4.2.	GRÁFICOS Y TABLAS COMPARATIVAS – DISEÑOS MÉTODO MODULO DE FINEZA.....	335
CAPÍTULO 5:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS.....	338
5.1.	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA).....	338
5.1.1.	ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO $F'C = 140 \text{ KG/CM}^2$	340
5.1.2.	ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO $F'C = 175 \text{ KG/CM}^2$	345
5.1.3.	ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$	350
5.1.4.	ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO $F'C = 280 \text{ KG/CM}^2$	354
5.1.5.	ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO $F'C = 350 \text{ KG/CM}^2$	359
5.2.	COMPARACIÓN EN COSTOS CON UN CONCRETO CONVENCIONAL.....	365
CONCLUSIONES.		368
RECOMENDACIONES.....		372
BIBLIOGRAFIA.		373
REFERENCIAS.		376
LISTADO DE FIGURAS.....		379
LISTADO DE GRÁFICOS.....		381
LISTADO DE TABLAS.....		383
ANEXOS		387



CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.

1.1.INTRODUCCIÓN.

No se puede negar el papel que ha jugado el cemento en la historia de la humanidad y sobre todo el cemento Portland, aparecido a principios del Siglo XIX, cuando el Británico Joseph Aspdin lo patentó en 1824 y con él abrió una nueva era en la industria de materiales de construcción, sin embargo, en las últimas décadas han aparecido algunos cuestionamientos al empleo de este material, asociados a su alto costo y al impacto ambiental que genera su producción y uso extensivo.

También es notable el incremento de la producción de cemento que han experimentado los países del tercer mundo en las últimas décadas. Según Hendriks (2004) la producción mundial de cemento se incrementó a un promedio anual de 3,6 % entre 1970 y 1995, más acentuado entre los años 1990 y 1995 con un incremento interanual de 4,7 %. Los países europeos que en la década de los 70 experimentaron un crecimiento importante de la producción, comenzaron a disminuir la misma ligeramente en los años 80 para experimentar una disminución importante entre 1990 y 1995. En Norteamérica los incrementos han sido constantes hasta 1995 pero a un ritmo muy lento. El salto en la producción lo han dado los países en desarrollo, sobre todo de Asia, encabezados por China, que experimentó un crecimiento del 12,2 % anual entre 1970 y 1995, acentuado entre 1990 y 1995 que alcanzó un 17,7 % promedio. En América Latina el incremento promedio ha oscilado alrededor del 4 % anual. La producción mundial para 1995 se ubicaba en 1453 millones de toneladas.

El alto consumo de recursos naturales y energéticos y las emisiones de CO₂ y otros contaminantes comprometen las posibilidades futuras de utilización de este maravilloso material de construcción. Para atenuar esta situación se trabaja en la disminución de su impacto ambiental disminuyendo el consumo de cemento en obra utilizando adiciones que sustituyan parcialmente este material por otros de menor impacto.

Las puzolanas en general, sobre todo las de origen artificial, constituyen una de las experiencias más alentadoras en la búsqueda de sustitutos más sustentables ecológica y económicamente del cemento.

En Perú existen altos volúmenes de producción de arroz, caña de azúcar y maíz, entre otros renglones que pudieran constituir potenciales fuentes de materias primas para la producción de puzolanas. Todos estos productos generan cierta cantidad de residuos que pudiesen ser fuentes de obtención de nuevos materiales; en el caso del arroz, sería la cáscara; en el maíz, la hoja; y en la caña, el bagazo. El uso de estos residuos en la actualidad es bastante limitado; la cáscara de arroz se utiliza como fundente en las empresas siderúrgicas y como complemento de la alimentación animal, pero en cantidades muy reducidas, la mayor parte se vota en ríos y otros lugares donde se generan fuentes de contaminación, la hoja de maíz también se utiliza como complemento de la alimentación animal pero gran parte se queda en el campo y se pierde, el bagazo de caña se utiliza como materia prima en otras producciones industriales pero igualmente se desechan cantidades importantes. Por consiguiente, se cuenta con una potencial fuente segura y económica de material puzolánico. Esta tesis se limita a evaluar a la

ceniza de la cáscara de arroz desde el punto de vista físico-químico y su comportamiento como material puzolánico, este subproducto está compuesto aproximadamente entre un 60 y 90 % de Sílice (SiO_2) por lo cual es especialmente apto para ser utilizado como materia prima.

(Aguila & Sosa, 2008)

La cáscara de arroz es un material de desecho agrícola que constituye alrededor del 20% de la producción mundial de arroz, que se aproximó a los 700 millones de toneladas en el año 2011, la cáscara de arroz es el mayor residuo resultante de la producción agrícola de granos y su disposición final es uno de los mayores problemas existentes en los países productores de arroz como Perú. Según estudios recientes, en el país se producen cerca de 2'100.000 toneladas de arroz al año, y como consecuencia de esta producción cerca de 400.000 toneladas de cascarilla de arroz como residuo, las cuales mediante un proceso de quema controlada dan origen a cerca de 100.000 toneladas de ceniza de cáscara de arroz (CCA) con un alto contenido de sílice, convirtiéndose así, en una alternativa potencial para su uso en la industria de la construcción gracias a sus características puzolánicas y su alta disponibilidad alrededor del mundo. La CCA obtenida de la cascarilla de arroz bajo condiciones de combustión controladas se ha empleado como material para obtener sílice de característica amorfa y poder ser utilizada como puzolana, la cual actúa como fuente de fases mineralógicas como los silicatos tricálcicos y bicálcicos (C_3S y C_2S) del cemento. La sílice de la CCA reacciona con la cal, dando lugar esta reacción a la formación de cristales de silicato de calcio hidratado (CHS), que contribuyen a la generación de resistencias mecánicas en los concretos adicionados, es por esta razón que este material es considerado como una opción viable para la sustitución parcial del cemento en elementos constructivos de concreto, tanto desde el punto de vista mecánico como económico, debido a que este residuo no representa ningún valor comercial hasta el momento. Hoy en día, los elementos de concreto moldeado tienen una cantidad infinita de usos, formas, texturas y colores, muy distintos a los materiales tradicionales de construcción. Gracias a su alta versatilidad, el concreto es usado para la producción de elementos prefabricados como; bloques estándares, ladrillos, adoquines, postes, losetas, muros de contención segmentados o cualquier otra especialidad, todos estos productos se logran actualmente con una muy buena calidad y con unos costos significativamente bajos comparados con otros materiales usados comúnmente en la industria de la construcción. Es de gran importancia que estos materiales de construcción, que con el tiempo han ido evolucionando, puedan ser accesibles para toda la población en general, desde las clases rurales hasta las más altas. En este caso el punto de interés son las clases más necesitadas, las cuales presentan serias dificultades para acceder a estos elementos de construcción en la fabricación de sus viviendas. El objetivo de esta investigación es utilizar materiales de desecho, como la CCA, como adición en proporciones determinadas al cemento; para que de esta manera los costos de producción sean más económicos y con esto accesibles para la población, sin comprometer ninguna de las características físicas y mecánicas habituales.

(Centeno, Robayo, Díaz, Monzó, & Del Vasto, 2015)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

En la actualidad la agro-industria arroceras es una de las principales fuentes económicas de la región de Arequipa, la cual afronta una inadecuada disposición de desperdicios provenientes de su actividad, como es la eliminación de cáscara de arroz en ríos y vertederos, contaminando el medio y desaprovechando las excelentes propiedades que posee este material en la industria de la construcción.

1.2.2. DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA.

La agro-industria arroceras actualmente hace uso de botaderos en lugares contiguos a donde realizan sus operaciones con el fin de desechar desperdicios, los cuales van creciendo al pasar los años y a su vez contaminando las fuentes de agua.

En el Tabla 1.1 se muestra la cantidad de cáscara de arroz proveniente de la industria arroceras en los valles de Camaná, Majes y Tambo.

Fuente: Sub-gerencia de información agraria

Valles	2012-2013	Cant. Cáscara (20%)	2013-2014	Cant. Cáscara (20%)
Total	37,408	7482	95,119	19,024
Camaná	2,489	498	47,977	9,595
Majes	34,295	6,859	41,054	8,211
Tambo	625	125	6,089	1,218

TABLA 1.1 PRODUCCIÓN DE ARROZ (TON)

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Utilizar la ceniza de la cáscara de arroz proveniente del valle de Majes como adición al cemento, para la obtención de concreto con resistencias a la compresión de 140 kg/cm², 175 kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² con el fin de emplearlo en la construcción en la ciudad de Arequipa.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Obtener las diversas propiedades del concreto en un estado fresco y endurecido.
- Analizar el efecto de la ceniza de cáscara de arroz en el endurecimiento del concreto, para comprobar su resistencia.
- Realizar el diseño de un concreto con ceniza de cáscara de arroz (CCA) que presente resistencias mecánicas aceptables.
- Obtener las propiedades físicas y mecánicas de los agregados grueso y fino.

- Ensayar probetas a los 7, 14, 28 y 49 días.
- Comparación de costos entre un concreto convencional y un concreto con la utilización de ceniza de la cáscara de arroz.

1.4. HIPÓTESIS.

Con la utilización de la ceniza de la cáscara de arroz proveniente del valle de Majes, como adición al cemento en los diseños de mezclas, se obtendrá un concreto de mayor resistencia a la compresión comparado con el concreto convencional.



CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.

2.1. CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA).

2.1.1. CONCRETO CON LA UTILIZACIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

2.1.1.1. DEFINICIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ

La combustión de los residuos agrícolas elimina la materia orgánica y produce una ceniza rica en sílice. De los residuos agrícolas comunes, la cáscara de arroz produce una ceniza de mayor cantidad, que también contiene el mayor contenido de sílice. Es su gran contenido de sílice lo que le da a la cáscara propiedades Puzolánicas. Sin embargo, solo la sílice amorfa (no cristalina) posee estas propiedades, es por esta razón que la temperatura y duración de la combustión son importantes en su producción.

Muchas de las aplicaciones más prácticas de la CCA se derivan de su alto contenido de sílice amorfa. Las aplicaciones que se aprovechan del alto contenido de sílice de la CCA incluyen concreto y mezclas de cemento, esmalte y agentes liberadores para la cerámica, pinturas especiales, y retardadores de llama.

En la industria del cemento, la CCA actúa como una alternativa mucho más económica al micro-sílice y humo de sílice.

2.1.1.2. EXTRACCIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ

Actualmente la industria arrocera en el departamento de Arequipa viene aumentando en grandes porcentajes en los últimos años, convirtiéndolo en uno de los principales productores del país. Este aumento en la producción de arroz a su vez provoca el aumento en la generación de residuos provenientes de esta actividad. Uno de los principales viene a ser la Cáscara de Arroz, que al no ser un elemento utilizable por esta industria es desechado en zonas colindantes, ríos y/o botaderos.



FIGURA 2.1 SACOS DE CÁSCARA DE ARROZ

En Arequipa podemos identificar tres zonas donde se desarrolla principalmente esta actividad, las cuales: Majes, Camaná y Tambo.

Para el caso de esta investigación se utilizó la cáscara de arroz proveniente del Valle de Majes, ubicado en la provincia de Caylloma. Cuya ubicación se muestra en el siguiente gráfico:



Valle de Majes

FIGURA 2.2 UBICACIÓN DEL VALLE DE MAJES.

2.1.1.3. VENTAJAS DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ

En función de las características de la CCA, antes y después de su tratamiento evaluaremos las ventajas de este.

VENTAJAS.

ENERGÉTICO

Se ha determinado en los laboratorios de la E.T.S. Ing. Industriales de Madrid, el poder de combustión de una muestra de la cáscara de arroz estudiada, determinándose que la potencia calorífica superior de la cáscara es de 4.441 Kcal/Kg

ESTABILIZANTE DE SUELOS

Los suelos arenosos muchas veces no presentan propiedades adecuadas como materiales de capas de base o sub-base de pavimentos. Sin embargo, son muy frecuentes en las regiones de cultivo de arroz. Los materiales de mejor calidad se localizan lejos de los caminos vecinales de salida de la producción de arroz, y su uso resulta una alternativa de elevado costo de transporte. "La evaluación de la estabilización de suelos arenosos locales con adición de ceniza de cáscara de arroz y cal es una alternativa de interés. Siendo que la ceniza de cáscara de arroz está compuesta entre 60 y 90% por sílice, proporcionaría a los suelos la sílice necesaria para reaccionar con la cal y formar productos puzolánicos, obteniéndose así materiales más resistentes, menos deformables y más durables"

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Debido a su alto contenido de sílice (hasta 90%), se puede usar la CCA en el mejoramiento de las propiedades resistentes de distintos materiales de construcción que implican una reacción álcali-sílice en su fabricación, tales como ladrillos, tejas, prefabricados de mortero y como se tocara especialmente en esa investigación como adición al concreto. Permitiendo a su vez disminuir el costo de la fabricación y/o elaboración de estos.

2.1.2. OBTENCIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

Para transformar la cáscara de arroz en puzolana se requirió de tres procesos esenciales: la combustión de la cáscara de arroz hasta convertirla en ceniza; la molienda de la ceniza hasta alcanzar una finura predeterminada y el tamizado de la ceniza para su selección.

Combustión de la Cascara de Arroz:

Para la combustión de la cascara se definieron los siguientes términos:

Mantener la temperatura entre 400°C y 600°C , para que ocurra la combustión de toda la materia orgánica, desprendiendo la mayor cantidad de carbono posible; pero que a su vez la sílice, presente en la cascara, no cristalice, manteniendo su estado amorfo.

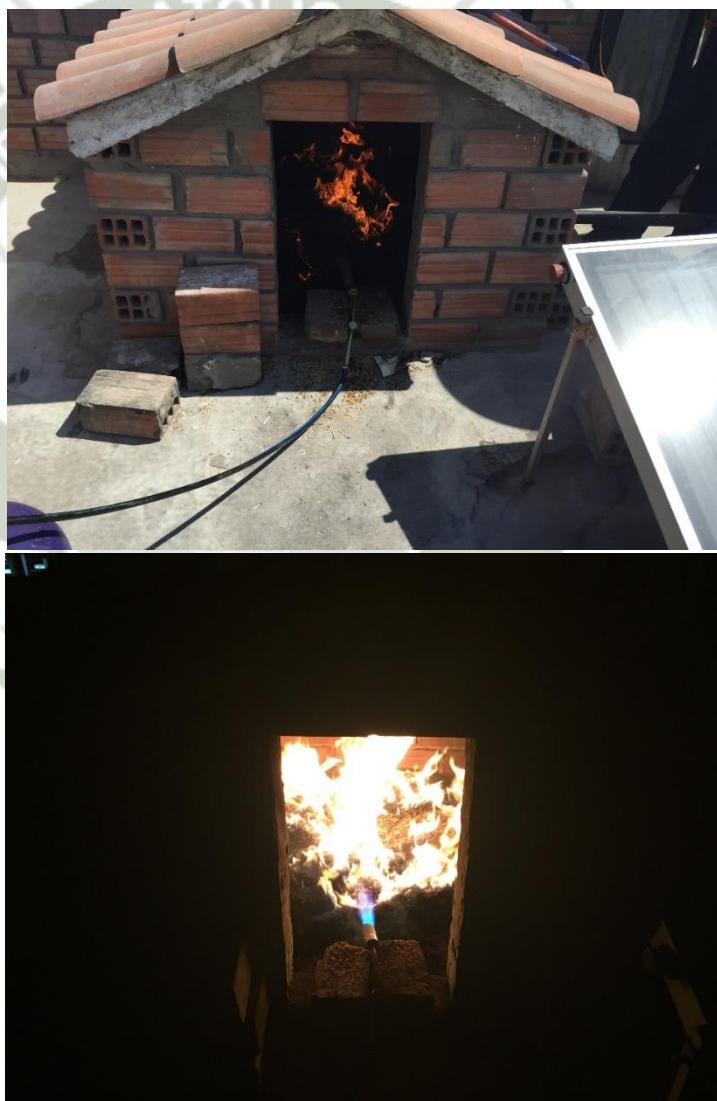


FIGURA 2.3 COMBUSTIÓN DE LA CASCARA DE ARROZ.

La ceniza de la cáscara debe quedar lo más blanca posible, como índice del bajo contenido de carbono, para esto debe garantizarse la oxigenación suficiente de la cáscara durante la combustión y el enfriamiento.



FIGURA 2.4 CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

Para garantizar esto, se construyó un horno a partir de materiales tradicionales y abundantes en el país tales como: ladrillos de arcilla, lámina metálica, cementos y agregados.

Molienda de la CCA

La finura de la ceniza es un elemento esencial en su calidad, pues al incrementar la finura aumenta la capacidad de reacción de la sílice. La molienda de la ceniza de cascara de arroz fue realizada con ayuda de un molino local.

Tamizado de la CCA

Para esta investigación se procuró tamizar el material hasta que pase por el tamiz #80 más del 95% del total, el tiempo de tamizado fue de 30 min.



FIGURA 2.5 TAMIZADO DE LA CCA.

2.1.3. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

2.1.3.1. ANÁLISIS QUÍMICO

Para la determinación de la composición química de la CCA, se utilizaron los siguientes ensayos:

2.1.3.1.1. DETERMINACIÓN DE METALES TOTALES

El método “Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry” (ICP-AES) se utiliza para determinar los metales y algunos metales no en solución. Este método es una la consolidación de los métodos existentes para el agua, aguas residuales y residuos sólidos.

Analyte		Chemical Abstract Services Registry Number (CASRN)
Aluminum	(Al)	7429-90-5
Antimony	(Sb)	7440-36-0
Arsenic	(As)	7440-38-2
Barium	(Ba)	7440-39-3
Beryllium	(Be)	7440-41-7
Boron	(B)	7440-42-8
Cadmium	(Cd)	7440-43-9
Calcium	(Ca)	7440-70-2
Cerium ^a	(Cr)	7440-45-1
Chromium	(Cr)	7440-47-3
Cobalt	(Co)	7440-48-4
Copper	(Cu)	7440-50-8
Iron	(Fe)	7439-89-6
Lead	(Pb)	7439-92-1
Lithium	(Li)	7439-93-2
Magnesium	(Mg)	7439-95-4
Manganese	(Mn)	7439-96-5
Mercury	(Hg)	7439-97-6
Molybdenum	(Mo)	7439-98-7
Nickel	(Ni)	7440-02-0
Phosphorus	(P)	7723-14-0
Potassium	(K)	7440-09-7
Selenium	(Se)	7782-49-2
Silica ^b	(SiO ₂)	7631-86-9
Silver	(Ag)	7440-22-4
Sodium	(Na)	7440-23-5
Strontium	(Sr)	7440-24-6
Thallium	(Tl)	7440-28-0
Tin	(Sn)	7440-31-5
Titanium	(Ti)	7440-32-6
Vanadium	(V)	7440-62-2
Zinc	(Zn)	7440-66-6

TABLA 2.1 ELEMENTOS APLICABLES AL ENSAYO EPA METHOD 200.7.

Una parte de una muestra acuosa o sólida bien mezclados, es pesada o medida de forma homogénea para un procesamiento preciso de la muestra. Para un análisis total recuperable de un sólido o una muestra acuosa que contiene el material no disuelto, primero se solubilizan los analitos por calentamiento a reflujo suave con ácidos nítrico y clorhídrico 200,7-5.

Después de enfriar, la muestra se completa hasta el volumen, se mezcla y se centrifuga o se deja reposar durante la noche antes de su análisis. Para la determinación de analitos disueltos en una parte alícuota de muestra acuosa filtrada, donde la turbidez de la muestra es <1 NTU, la muestra se prepara para análisis mediante la adición apropiada de ácido nítrico y a continuación se diluye a un volumen predeterminado y se mezcla antes de su análisis.

El análisis en este método descrito por ICP-AES implica determinaciones multi-elementales utilizando instrumentos de manera secuencial o simultánea. Los instrumentos miden la característica de línea de espectros de emisión atómica por espectrometría óptica.

Las muestras se nebulizan y el vapor resultante se transporta al plasma antorcha. Los espectros de emisión específico del elemento son producidos por un plasma de acoplamiento inductivo por una radio-frecuencia. Los espectros se dispersan por una rejilla espectrómetro, y las intensidades de los espectros de líneas son monitoreadas en longitudes de onda por un dispositivo fotosensible.

Los datos de la muestra deben ser reportados en unidades de mg / l para las muestras acuosas y mg / kg de peso en seco de muestras sólidas.

Para los analitos recuperables totales en muestras sólidas, se reporta los datos con hasta tres cifras significativas como base de mg / kg-peso seco a menos que se especifique lo contrario por el programa o usuario de los datos. Calcular la concentración mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Sample Conc. (mg/kg) dry-weight basis} = \frac{C \times V \times D}{W}$$

Donde:

C = Concentración en extracto (mg/L)

V = Volumen extraído (L, 100 mL = 0.1L)

D = Factor de disolución (no diluido = 1)

W = Peso de muestra extraída (g x 0.001 = kg)

(U.S. Environmental Protection Agency, 1994)

OBS.: Para el caso de la ceniza de cáscara de arroz, los resultados del ensayo se muestran en la Tabla 2.2.

ANÁLISIS	RESULTADO
Plata (Ag)	No presenta
Aluminio (Al)	286.3
Arsénico (As)	No presenta

ANÁLISIS	RESULTADO
Boro (B)	110.0
Bario (Ba)	8.3
Berilio (Be)	No presenta
Bismuto (Bi)	No presenta
Calcio (Ca)	17630.0
Cadmio (Cd)	No presenta
Cobalto (Co)	0.5
Cromo (Cr)	9.1
Cobre (Cu)	49.9
Hierro (Fe)	404.2
Mercurio (Hg)	No presenta
Potasio (K)	24200.2
Litio (Li)	2.6
Magnesio (Mg)	2386.0
Manganeso (Mn)	326.0
Molibdeno (Mo)	No presenta
Sodio (Na)	2199.0
Niquel (Ni)	2.2
Fosforo (P)	2005.0
Plomo (Pb)	17.9
Antimonio (Sb)	No presenta
Selenio (Se)	1.0
Silicio (Si)	128.8
Estaño (Sn)	1.0
Estroncio (Sr)	29.2
Titanio (Ti)	10.1
Talio (Tl)	No presenta
Venadio (V)	2.5
Zinc (Zn)	555.3

TABLA 2.2 RESULTADOS EPA METHOD 200.7 CON UNA MUESTRA DE 50 GR. DE CCA.

2.1.3.1.2. MÉTODO DE ENSAYO PARA SILICE LOTE POR FUSIÓN ALCALINA - GRAVIMETRÍA

Los análisis gravimétricos se basan en la medida del peso de una sustancia de composición conocida y químicamente relacionada con el analito o especie química que se determina.

Los análisis gravimétricos de precipitación involucran las siguientes operaciones; disolución del analito, precipitación, lavado y desecación o calcinación.

Cuando los contenidos del analito se expresan en función del precipitado resultante de la desecación o calcinación, el peso de la sustancia es igual al peso del

precipitado, si los resultados se expresan en función de un compuesto diferente, es necesario transformar el peso del precipitado en el peso del compuesto deseado, usando el factor gravimétrico correspondiente.

Determinación gravimétrica de silicatos

Los silicatos son compuestos formados por SiO_2 y óxidos metálicos. Desde el punto de vista analítico, los silicatos se dividen en dos grupos:

- Silicatos Solubles: se descomponen cuando se tratan con HCl.
- Silicatos Insolubles: no se descomponen cuando se tratan con HCl.

En el caso de un silicato soluble, la muestra se trata con HCl y se evapora hasta su sequedad para separar la sílice como $\text{SiO}_2 \times \text{H}_2\text{O}$. El residuo se extrae con HCl diluido para disolver las sales de aluminio, hierro, metales alcalinos y alcalinotérreos, entre otros.

(Mendez, 2014)

Muestra #	Nombre de muestra	Descripción de la muestra	SiO_2	Al_2O_3
1	Ceniza de Cáscara de Arroz	Ceniza	66,64 %	0,33 %

TABLA 2.3 RESULTADOS ENSAYO GRAVIMÉTRICO PARA OBTENCIÓN DE % DE SiO_2 EN LA CCA.

La composición química de la ceniza puede considerarse absolutamente normal de acuerdo con la bibliografía consultada, destacando un apreciable contenido de sílice de cuyas características mineralógicas y cristalográficas dependerá la mayor o menor actividad para combinarse con cal y formar silicatos cálcicos hidratados en medio acuoso, con capacidad para desarrollar propiedades cementicias.

Para la ceniza de cáscara de arroz estudiada este valor de sílice reactiva dio un resultado del 66,64 %, lo que la hace apropiada, según éste dato, para su utilización como adición.

2.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO.

Se denomina concreto fresco al material mientras permanece en estado fluido, es decir desde el momento cuando todos los componentes son mezclados hasta que se inicia el endurecimiento de la masa. En ese lapso el concreto es transportado, encofrado y luego compactado manualmente o por vibración.

El estado fresco, es aquí cuando el concreto parece una masa. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas, y así se conserva durante su colocación y su compactación, en esta etapa se presentan diferentes propiedades:

(Universidad de Chiclayo, 2016)

2.2.1. TRABAJABILIDAD.

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

(CivilGeek, Propiedades Principales del Concreto, s.f.)

El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el “Slump” o asentamiento con el cono de Abrams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto siguiendo los siguientes pasos:

Procedimiento:

- **Llenado:**



FIGURA 2.6 LLENADO DEL CONO DE ABRAMS

Se coloca el molde sobre la plancha de apoyo horizontal, ambos limpios y humedecidos solo con agua. No se permite emplear aceite ni grasa.

El operador se sitúa sobre las pisaderas evitando el movimiento del molde durante el llenado.

Se llena el molde en tres capas y se apisona cada capa con 25 golpes de la varilla-pisón distribuidas uniformemente.

La capa inferior se llena hasta aproximadamente $\frac{1}{3}$ del volumen total y la capa media hasta aproximadamente $\frac{2}{3}$ del volumen total del cono, es importante recalcar que no se debe llenar por alturas, sino por volúmenes.

- **Apisonado:**

Al apisonar la capa inferior se darán los primeros golpes con la varilla-pisón ligeramente inclinada alrededor del perímetro. Al apisonar la capa media y superior se darán los golpes de modo que la varilla-pisón hasta la capa subyacente. Durante el apisonado de la última capa se deberá mantener permanentemente un exceso de hormigón sobre el borde superior del molde, puesto que los golpes de la varilla normalizada producirán una disminución del volumen por compactación.

Se enrasa la superficie de la capa superior y se limpia el hormigón derramado en la zona adyacente al molde.

Inmediatamente después de terminado el llenado, enrase y limpieza se carga el molde con las manos, sujetándolo por las asas y dejando las pisaderas libres y se levanta en dirección vertical sin perturbar el hormigón en un tiempo de 5 ± 2 segundos.

Toda la operación de llenado y levantamiento del molde no debe demorar más de 2.5 minutos.

(Wikipedia, Wikipedia, 2016)



FIGURA 2.7 APISONADO CONO DE ABRAMS.

- **Medición del asentamiento:**



FIGURA 2.8 MEDICIÓN DEL SLUMP (PLG)

Una vez levantado el molde la disminución de altura del hormigón moldeado respecto al molde deberá medirse. La medición se hace en el eje central del molde en su posición original. De esta manera, la medida del asiento permite determinar principalmente la fluidez y la forma de derrumbamiento para apreciar la consistencia del hormigón.

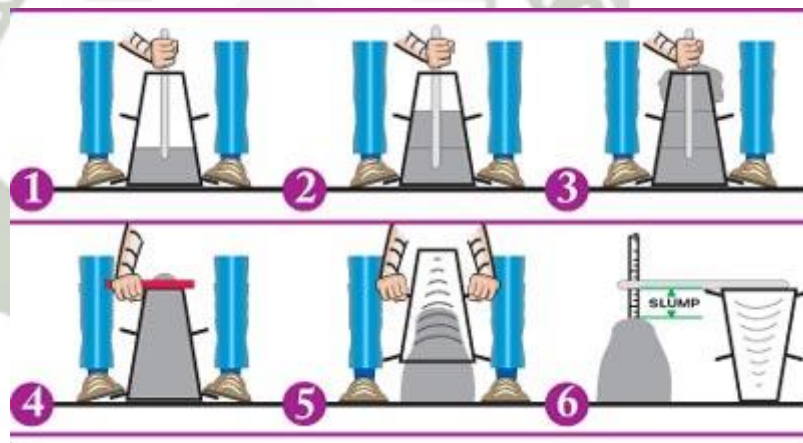


FIGURA 2.9 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

(Wikipedia, Wikipedia, 2016)

Factores que afectan la trabajabilidad:

- Contenido de agua de la mezcla
- Influencia de las proporciones de los agregados
- Propiedades del agregado
- Tiempo y temperatura
- Características del cemento
- Contenido de aire
- Aditivos

2.2.2. SEGREGACIÓN.

Es una propiedad del concreto fresco que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo la separación del agregado grueso del mortero.

Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento vaciado bolsones de piedra capas arenosas cangrejeras etc.

La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmedo es esta y menor cuanto más seca.

Tener siempre presente en el diseño de mezclas el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir mediante el aumento de fino (cemento o agregado fino y de la consistencia de la mezcla).

Los procesos inadecuados de manipulación y colocación son generalmente las causas del fenómeno de segregación, como el caso de las carretillas con ruedas inadecuadas o por donde se circula tiene algunos sobresaltos que hacen que la carretilla vibre y por consiguiente el agregado grueso se precipita al fondo, mientras q los finos ascienden a la superficie también ocurre cuando se suelta el concreto de alturas mayores de medio metro y también cuando se permite que el concreto se transporte por canaletas más aún si estas presentan cambios de dirección. El excesivo vibrado de la mezcla también produce segregación.

La segregación hace que el concreto sea: más débil, menos durable, y dejará un pobre acabado de superficie. La segregación produce que disminuya la resistencia y la durabilidad del concreto. Puede producir fisuras y agujeros, afectando la resistencia y el acabado de un elemento estructural.

(Abat, s.f.)

- Tipos de segregación:

La segregación se puede presentar de dos maneras:

• Primero:

Cuando las partículas gruesas tienden a separarse por desplazamiento sobre los taludes de la mezcla amontonada o porque se asientan más que las partículas finas por acción de la gravedad, esta generalmente ocurre en mezclas secas y poco cohesivas.

• Segundo:

Cuando se separa la pasta (cemento y agua) de la mezcla lo cual ocurre en mezclas húmedas y con pasta muy diluida.

- **Causas que produzcan la segregación:**

La segregación puede producirse por déficit de cemento, exceso de agua, falta de partículas finas, exceso de elementos gruesos, transporte y/o colocación inconveniente. Las primeras causas corresponden a los elementos componentes del hormigón radican en el proceso de producción de la mezcla. Las dos últimas se presentan por ejemplo si al hormigón se le desliza por una pendiente, (caso de la canaleta), las partículas mayores tienden a desplazarse primero o si el hormigón es trasladado a distancias largas se agudiza la segregación en la medida que tal distancia se alarga. Las causas más comunes que producen la segregación del concreto son:

- La diferencia del Tamaño de las Partículas y su distribución granulométrica.
- Densidad y proporción de los constituyentes.
- Mal mezclado, transportes largos y sometidos a vibración.
- Colocación inadecuada y sobre vibración al consolidarlo.
- Dejar caer el concreto desde alturas mayores a ½ metro.
- Descargar el concreto contra un obstáculo.

- **Medidas para disminuir la segregación del concreto:**

Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas, por lo que se recomienda:

- La segregación puede ser reducida empleando una buena granulometría.
- Reduciendo el agua de amasado.
- Utilizando medios de transporte adecuados.
- Reducción de espesor de la masa transportada.
- Si se utiliza la compactación por vibración es aconsejable emplear un hormigón poco fluido con una relación agua/cemento reducida.
- Controlar el tiempo de vibrado, ya que el excesivo vibrado de una mezcla produce segregación.
- Colocar el concreto directamente en la posición definitiva y no permitir que fluya.
- No usar el vibrador para extender el concreto.
- La mezcla debe ser especialmente cohesiva.

(Universidad de Chiclayo, 2016)

2.2.3. EXUDACIÓN.

Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, es decir cuánto más fina es la molienda del cemento y mayor el porcentaje de material menor que la malla Nro. 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla.

El fenómeno se presenta después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado y puede ser producto de:

- Una mala dosificación de la mezcla
- Exceso de agua
- La temperatura ya que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación

Es perjudicial para el concreto porque del producto del ascenso de una parte del agua de mezclado, se puede obtener un concreto poroso, poco durable y resistencia disminuida por el incremento de la relación agua – cemento. La prueba estándar está definida por la **norma ASTM-C232**.

- **Velocidad de exudación:**

Es la velocidad con la que el agua se acumula en la superficie del concreto.

- **Volumen total de exudado:**

Es el volumen total de agua que aparece en la superficie del concreto.

- **Método de ensayo:**

Consiste en llenar de concreto un molde en tres capas con 25 golpes cada capa dejándose una pulgada libre en la parte superior. Terminado de llenar el molde empezara el fenómeno de exudación, haciéndose lecturas del volumen parcial de agua exudada cada 10 minutos durante los primeros 40 minutos y cada 30 minutos hasta que deje de exudar.

- **Formas de expresar la exudación:**

Existen dos formas de expresar la exudación:

• **Por unidad de área:**

$$\text{Exudacion} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Area de la superficie libre}}$$

$$\text{Unidades} = \text{ml/cm}^2$$

• **En porcentaje:**

$$\text{Exudacion} = \left(\frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) * 100$$

• **El volumen del agua en el molde se halla de la siguiente manera:**

$$\text{Vol. agua en molde} = \left(\frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) * (\text{Vol. de agua en la tanda})$$

(Abat, s.f.)

2.2.4. COMPACTABILIDAD.

Es la medida de la facilidad con que puede compactarse el concreto fresco. Existen varios métodos que establecen el denominado “Factor de compactación”, que evalúa la cantidad de trabajo que se necesita para la compactación total, y que consiste en el cociente entre la densidad suelta del concreto en la prueba, dividido entre la densidad del concreto compactado.

En nuestro medio no es usual disponer del equipo para la prueba standard que es británica, no obstante, no es muy difícil ni caro implementarlo ya que es muy útil en cuanto a la información que suministra.

La prueba consiste en llenar el cono superior con concreto depositándolo sin dejarlo caer, para que no haya compactación adicional.

A continuación, se abre la compuerta inferior para que caiga por su peso propio y llene el segundo cono con lo que se estandariza la condición de compactación inicial.

Finalmente, luego de enrasar el cono se abre la segunda compuerta y el concreto cae por su peso propio para llenar un molde cilíndrico estándar.

Se obtiene el peso unitario del concreto en el molde y el valor se divide entre el peso unitario obtenido con la prueba estándar en tres capas con 25 golpes cada una.

Esta operación debe hacerla una sola persona manteniendo constantes el equipo para el manipuleo y el procedimiento, ya que los resultados están influenciados significativamente por estos aspectos. Hay que tener claro que los valores obtenidos nos sirven para comparar diseños similares para elegir el óptimo, pero no nos da un valor absoluto para comparar diseños con materiales diferentes.

En la medida que el factor de compactación se acerque más a la unidad obtendremos el diseño más eficiente en cuanto a la compactabilidad.

En la Tabla 2.4 se pueden observar valores de revenimiento o slump comparados con mediciones de factor de compactación para diferentes condiciones de trabajabilidad.

En la Figura 2.5 se dan las características geométricas del aparato para quien le interesara fabricarlo y usarlo.

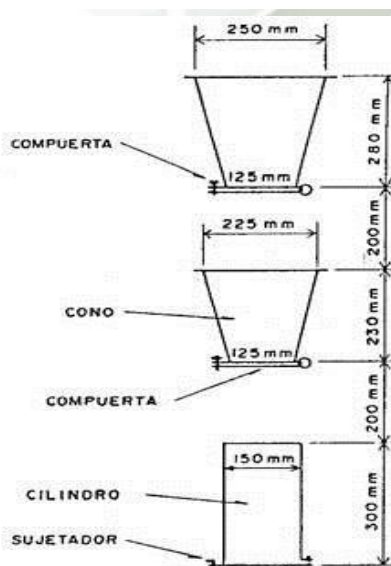


FIGURA 2.10 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO PARA MEDIR EL FACTOR DE COMPACTACIÓN

GRADO DE TRABAJABILIDAD	REVENIMIENTO mm. pulg.		FACT. COMPACTACIÓN		USO ADECUADO DEL CONCRETO
			APARATO PEQUEÑO	APARATO GRANDE	
Muy pequeño	0 – 25	0 – 1	0.78	0.80	Pavimentos vibrados con máquinas operadas mecánicamente. En el extremo más trabajable de este grupo, el concreto podrá compactarse en ciertos casos con máquinas operadas a mano.
Pequeño	25 – 50	1 – 2	0.85	0.87	Pavimentos vibrados con máquinas operadoras a mano. En el extremo más trabajable de este grupo, el concreto podrá compactarse mensualmente en pavimentos que empleen agregado de forma redonda o irregular. Cimentaciones de concreto en masa sin vibrado o secciones con poco refuerzo y vibradas.
Medio	50 – 100	2 – 4	0.82	0.835	En el extremo menos trabajable de este grupo, losas planas compactadas manualmente usando agregados triturados.
Alto	100 - 175	4 - 7	0.85	0.88	Para secciones congestionadas de refuerzo. Normalmente no adecuado para vibrarse. Concreto reforzado manualmente compactado y secciones con mucho refuerzo compactado con vibración.

TABLA 2.4 TRABAJABILIDAD, REVENIMIENTO Y FACTOR DE COMPACTACIÓN DE CONCRETOS CON TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO DE 19 A 38 MM (3/4 A 1 ½ PULG.).

(CivilGeek, Propiedades Principales del Concreto, s.f.)

2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO.

El estado endurecido del concreto, se presenta después del fraguado del concreto, es ahí en donde este empieza a ganar resistencia y se endurece.

2.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

NORMAS TÉCNICAS:

ASTM C31

- Práctica estándar para Elaborar y Curar Probetas

ASTM C39

- Método Estándar de Prueba de Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.

La resistencia del concreto no puede probarse en consistencia plástica. Las Resistencia a la compresión de un concreto ($F'c$) debe ser alcanzado a los 28 días después de vaciado y realizado el curado correspondiente.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

- Molde cilíndrico cuya longitud es el doble de su diámetro (4" x 8")
- Barra compactadora de acero liso de 5/8" de diámetro y de 60 cm de longitud aprox. con punta redondeada
- Cucharon para el muestreo
- Un badilejo para enrasar
- Bandeja metálica para colocar la mezcla
- Los moldes normalizados se construyen de acero o en algunos casos en PVC.

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA MUESTRA DE CONCRETO:

1. Se deben preparar por lo menos tres probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad por el promedio. Generalmente la resistencia al concreto se evalúa a las edades de 7 y 28 días.
2. Luego de realizar la mezcla con ayuda de una mezcladora se procede a vaciar la mezcla la cual se colocará en una bandeja metálica no absorbente para realizar el remezclado y enseguida se procede a llenar el molde hasta un tercio de su altura compactando con la barra con 25 golpes verticales distribuidos en el área.
3. El proceso se repite con las dos capas siguientes, la barra penetrara en la capa precedente no más de una pulgada.

4. La última capa se colocará, con material en exceso para enrasar a tope con el borde superior del molde sin agregar material.
5. Después de consolidar cada capa se procederá a golpear ligeramente las paredes del molde con la barra de compactación para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.
6. La superficie del cilindro será terminada con la barra o regla de madera a fin de lograr una superficie plana suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.
7. Las probetas se retirarán de los moldes entre 18 y 24 horas después de moldeadas y luego sumergirlas en agua para su curado.

(Abat, s.f.)



FIGURA 2.11 PROBETAS CURADAS PARA ENSAYAR.

PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO:

1. Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente se les suele colocar a los cilindros una capa de neopreno tanto en la parte superior e inferior.
2. El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí, a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los diámetros medidos difieren en más de 2% no se debe someter a prueba el cilindro.
3. Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con máquina hidráulica se debe mantener en un rango de 0.15 a 0.35MPa/s.
4. La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección.
5. En caso de que la razón longitud diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, en la norma ASTM-C39 se presentan los factores de corrección.

6. Se someten a prueba por lo menos dos cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, en nuestro caso en algunos casos hicimos la rotura de 3 o 4 cilindros de la misma edad.

(Rios, 2011)



FIGURA 2.12 PROBETA ENSAYADA A COMPRESIÓN.

FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA:

- **Relación agua- cemento:**

Es el factor principal de la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incorporado, disminuye con el aumento de la relación agua-cemento.

- **El contenido de cemento:**

La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

- **El tipo de cemento:**

La rapidez de desarrollo de la resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.

- **Las condiciones de curado:**

Dado que las reacciones de hidratación del cemento solo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad durante el periodo de curado para que el concreto pueda incrementar su resistencia con el tiempo.

(Abat, s.f.)

FORMULA APLICAR:

$$\text{Resistencia a la compresion} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Area}}$$

$$C = \frac{P}{A}$$

Donde:

C = Resistencia a la compresión (kg/cm²)

P = Carga de rotura en compresión (kg)

A = Área de la sección transversal (cm²)

2.3.2. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA.

NORMA TECNICA:

ASTM C 496

- Resistencia a la Tracción indirecta de Especímenes Cilíndricos

MARCO TEORICO:

El ensayo de tracción indirecta también llamado ensayo de compresión diametral o ensayo brasileño, es uno de los ensayos más empleados para evaluar la resistencia a la tracción del concreto (Normas ASTM C496, BS 1881-117, ISO 4108, UNE 83-306). Debido a la facilidad con que se puede ejecutar el ensayo, su utilización se ha extendido al campo de aplicación de otros materiales, tales como las rocas y los cerámicos.

El ensayo consiste en aplicar sobre una probeta que puede ser cilíndrica, cúbica o prismática, dos cargas iguales y opuestas de compresión.

Bajo estas condiciones el modo de rotura típico, asociado con el ensayo, es la rotura de la probeta en dos mitades en correspondencia con el plano de aplicación de las cargas.

(Paz & Chaiña, 2015)



FIGURA 2.13 FALLA DE PROBETA A TRACCIÓN INDIRECTA

PROCEDIMIENTO:

- a)** Medir los diámetros de las probetas a ensayar.
- b)** Medir la altura de las probetas a ensayar.
- c)** Colocación del listón de apoyo a lo largo de la placa inferior, y después se coloca la probeta encima de tal manera que el punto de tangencia de las dos bases este concentrada sobre las láminas de apoyo y luego colocamos el segundo listón sobre la probeta.



FIGURA 2.14 ROTURA A TRACCIÓN INDIRECTA.

d) La velocidad de carga continua será 0.05 MPa/S.

e) Se anotó la carga de la maquina en el momento de romper, al igual que la apariencia del concreto.

FORMULA APLICAR:

$$T = \frac{2P}{\pi * L * d}$$

Donde:

T = Esfuerzo de tracción indirecta (kg/cm²)

L = Altura de la probeta (cm)

d = Diámetro de la probeta (cm)

P = Carga de rotura (kg)

(American Society For Testing Materials, 1996)

2.3.3. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS.

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de cómo mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Modulo de Rotura (MR) en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio).

El módulo de rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a la compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de mezcla. El módulo de rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, en algunas ocasiones tanto como en un 15%.

(National Ready Mixed Concrete Association)

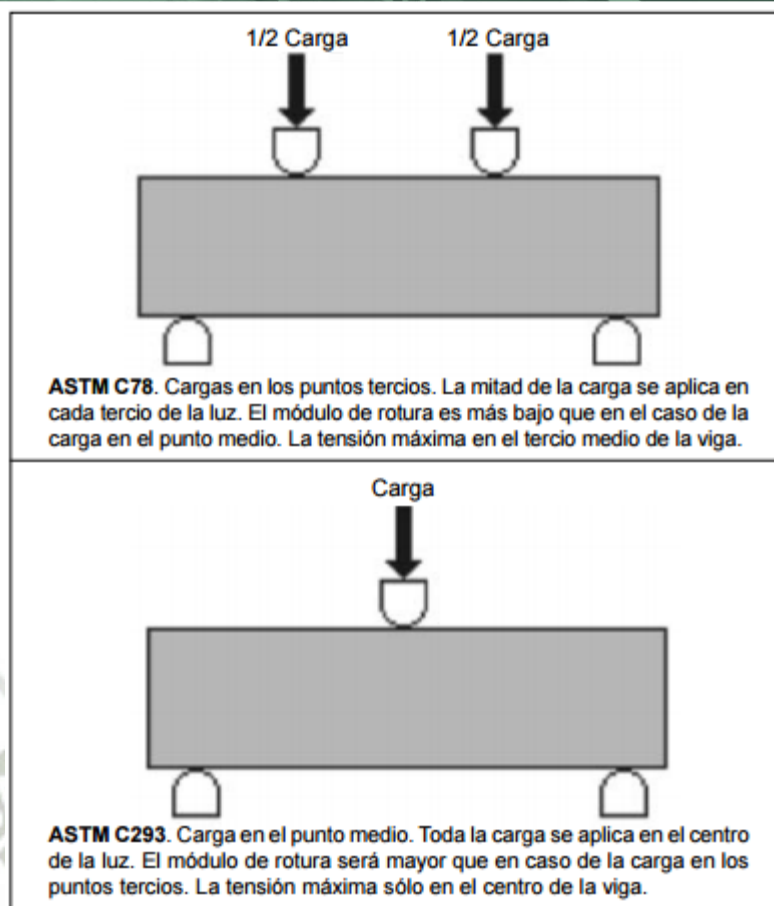


FIGURA 2.15 NORMAS PARA FLEXIÓN EN VIGAS.

PROCEDIMIENTO:

- El método utilizado para realizar el ensayo de tracción por flexión fue el establecido por la norma ASTM C293, que consiste básicamente en la aplicación de una carga en el centro de la luz de la viga simplemente apoyada.
- Las vigas se confeccionaron en base a dosificaciones que consideran, porcentajes variables de adición de la cáscara de arroz al cemento, desde 0% que se determinó como muestra patrón, hasta 10% de adición máxima.
- Se moldearon probetas prismáticas de 15cm x 15cm x 70cm, las cuales fueron desmoldadas a las 24 horas y colocadas en una piscina para su proceso de curado.
- Las vigas fueron ensayadas a los 28 y 49 días.
- El ensayo se realizó en los laboratorios de la UCSM.
- Las vigas fueron colocadas de manera que la aplicación de la carga se realice en una cara de la misma y apoyadas sobre pequeños cilindros metálicos los cuales se comportaron como apoyos simples.

- Para tener una correcta distribución de la carga en la parte superior se colocó una placa metálica de 25mm de espesor que representa el elemento rígido que figura en la norma.



FIGURA 2.16 COLOCACIÓN DE VIGA PARA ENSAYO A FLEXIÓN

- A su vez, se tomaron precauciones necesarias para que las vigas se encuentren centradas y niveladas.
- Se marcaron en las caras laterales la mitad de la luz para corroborar que la sección de rotura cumpla con la indicación de la norma en la cual establece que si la fractura se produjera fuera del tercio medio de la luz el ensayo debe descartarse.



FIGURA 2.17 FALLA DE VIGA EN EL TERCIO CENTRAL.

- Todas las vigas fueron ensayadas siguiendo este procedimiento, para garantizar la homogeneidad de los resultados obtenidos.

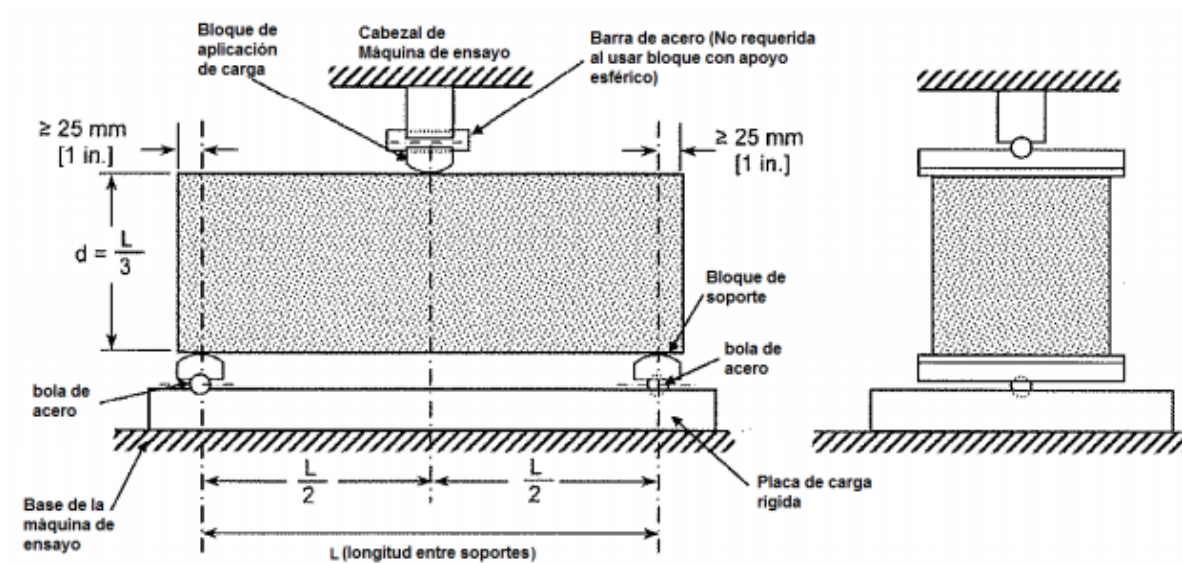


FIGURA 2.18 DIAGRAMA PARA EL ENSAYO DE FLEXIÓN POR EL MÉTODO DE CARGA AL CENTRO DE LA LUZ.

FORMULA APLICAR:

$$\text{Modulo de ruptura} = \frac{3 * \text{Carga} * \text{Luz}}{2 * \text{Ancho} * \text{Espesor}^2}$$

$$R = \frac{3 * P * L}{2 * b * d^2}$$

Donde:

R = Modulo de ruptura (kg/cm²)

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo (kg)

L = Luz entre soportes (cm)

b = Ancho promedio del espécimen (cm)

d = Espesor promedio del espécimen (cm)

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

3.1. ESTUDIO DE LOS MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA.

3.1.1. CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

3.1.1.1. GRANULOMETRIA.

OBJETIVOS.

- Determinar cuantitativamente los tamaños de las partículas de la CCA.
- Determinar la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca por separación a través de tamices dispuestos de mayor a menor abertura.

CÁLCULOS Y RESULTADOS.

TAMICES	PESO RETENIDO(GR.)	PESO RET %	RET ACUMULADO %	PASANTE %
NRO 60	0	0.00	0.00	100.00
NRO 80	56.1	12.35	12.35	87.65
NRO 100	94.6	20.82	33.17	66.83
NRO 200	141.5	31.15	64.32	35.68
FONDO	162.1	35.68	100	0
TOTAL	454.3	100.00		

TABLA 3.1 ENSAYO GRANULOMÉTRICO DE LA CCA.



GRÁFICA 3.1 CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA CCA.



FIGURA 3.1 GRANULOMETRÍA CCA

3.1.1.2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

NORMAS TECNICAS:

NTP 400.022:1979	ASTM C 128	MTC E 205 - 2002
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Finos.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Gravedad específica y absorción de agregados finos.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Método de ensayo para determinar el pesos específico y la absorción del agregado fino.</i>

(Norma Tecnica Peruana, 1979)

(American Society For Testing Materials, 1997)

(Ministerio De Transportes y Comunicaciones, 2002)

OBJETIVO DEL ENSAYO:

- o Determinar el peso de la CCA por unidad de volumen sin considerar sus vacíos.
- o Aplicar este método para determinar el peso específico seco, el peso específico aparente y la absorción de la CCA.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

a. Balanza:

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

b. Probeta graduada:

Con una capacidad de 1000 cm³.

c. Molde cónico:

Diámetro superior 40 +/- 3 mm, diámetro inferior 90 +/- 3 mm, altura de 75 mm +/- 3 mm, espesor mínimo 0.8 mm.

d. Apisonador de metal:

Debe ser de acero de 25mm +/- 3 mm de diámetro y aproximadamente 340 g +/- 15 g de peso con un extremo de superficie plano circular y terminada en punta semiesférica.

e. Estufa:

Se utilizará para poner a la muestra con una superficie superficialmente seca (SSS).

f. Pala de mano:

Un cucharón que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

g. Bandeja:

Se requiere para poner la muestra y ponerla en la estufa.

(Norma Técnica Peruana, 1979)

PROCEDIMIENTO:

- Dejamos en reposo la muestra saturando por un tiempo de 24 horas.
- Pasado el tiempo indicado, extendemos en una superficie plana la muestra y se mueve al aire libre hasta que la CCA este seca, pero en este caso, usaremos la estufa y una olla para calentar la CCA y así quede superficialmente seca.



FIGURA 3.2 SECADO DE LA CCA EN LA ESTUFA

- **Prueba del cono:** Echamos el agregado grueso con mucho cuidado en el cono volteado y con la barra compactadora damos 25 golpes (norma) desde una altura pequeña.



FIGURA 3.3 PRUEBA DEL CONO

Al retirar el cono, si la arena se mantiene firme, significa que necesita secar más ya que esta aun saturada, pero cuando la arena se desmorona, significa que está en su estado superficialmente seca.

- Una vez con nuestra muestra SSS, tomar una muestra de 200 gr.
- Pesar la probeta.



FIGURA 3.4 PESO DE LA PROBETA

- Introducimos la muestra en la probeta y la pesamos.
- Llenamos de agua hasta 1000 cm³ y lo pesamos **(A)**.
- Eliminamos las burbujas de agua (agitando) y dejar reposar de 15 a 20 minutos para que el agua quede completamente limpia.



FIGURA 3.5 AGITADO DE LA PROBETA CON LA MUESTRA

- Retiramos el agua del frasco y llevamos al horno la muestra, luego de 24 horas dejamos enfriar y pesamos (F).

CALCULOS Y RESULTADOS:

Obtenemos los siguientes pesos:

NOMENCLATURA	DESCRIPCION	PESO Y VOLUMEN
A	Peso de CCA + frasco + agua	1932.2 gr
B	Peso de la muestra	200.0 gr
C	Peso del agua	891.7 gr
D	Peso de la CCA superficialmente seca (cocina)	199.5 gr
E	Volumen del frasco	1000 cm ³
F	Peso de la arena completamente seca (horno)	198.8 gr

TABLA 3.2 DATOS PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

- **Peso específico aparente:** La relación entre la masa en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo sus poros saturables y no saturables, (pero sin incluir los vacíos entre las partículas) y la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

(Universidad Privada del Norte, 2015)

$$P. E. \text{ aparente} = 0.889 \text{ g/cm}^3$$

- **Absorción:** En los agregados, es el incremento en la masa del agregado

debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca. El agregado

se considera como “seco” cuando se ha mantenido a temperatura de 110° C +- 5° C por suficiente tiempo para remover toda el agua no combinada.

(Universidad Privada del Norte, 2015)

$$\% \text{ absorcion} = \frac{200 - F}{F} * 100\%$$

$$\% \text{ absorcion} = \frac{200 - 198.8}{198.8} * 100\%$$

$$\% \text{ absorcion} = 0.59\%$$

TABLA RESUMEN:

TABLA RESUMEN	
Peso específico aparente	0.889 g/cm3
% Absorción	0.59 %

TABLA 3.3 RESUMEN DE RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LA CCA.

3.1.2. AGREGADO GRUESO.

Se define agregado grueso a todo aquel material retenido en el tamiz Nro. 4, proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y cumple con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana y en la ASTM.

3.1.2.1. GRANULOMETRIA.

NTP 400.012:2001	ASTM C136-96a	AASHTO T37	MTC 400.037 - 2002
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 	<ul style="list-style-type: none"> • Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (Método de prueba estándar para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos) 	<ul style="list-style-type: none"> • This method of test covers the sieve analysis of mineral fillers (Este método de prueba cubre el análisis granulométrico de cargas minerales) 	<ul style="list-style-type: none"> • Agregados para hormigón (concreto) Especificaciones normalizadas .

(Norma Técnica Peruana, 2001)

(American Society For Testing Materials, 1996)

(American Association of State Highway and Transportation Officials, 2007)

(Ministerio De Trasnportes y Comunicaciones, 2002)

OBJETIVOS.

- Determinar cuantitativamente los tamaños de las partículas de los Agregados Gruesos, por medio de tamices.
- Determinar la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca por separación a través de tamices dispuestos de mayor a menor abertura.
- Calcular el tamaño máximo nominal.
- Calcular el módulo de fineza del agregado grueso.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO.

Corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido, el cual el agregado grueso pasa entre 95 y 100%.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

Las muestras para agregado grueso una vez secadas deberán tener los siguientes pesos.

MAXIMO TAMAÑO NOMINAL CON ABERTURAS		PESO MINIMO DE LA MUESTRA DE ENSAYO
mm	Pulg	Kg
9.5	3/8	1
12.5	1/2	2
19	3/4	5
25	1	10
37.5	1 ½	15
50	2	20
63	2 ½	35
75	3	60
90	3 ½	100
100	4	150
112	4 ½	200

MAXIMO TAMAÑO NOMINAL CON ABERTURAS		PESO MINIMO DE LA MUESTRA DE ENSAYO
125	5	300
150	6	500

TABLA 3.4 TABLA UTILIZADA PARA SELECCIONAR EL PESO NECESARIO SEGÚN SU TMN.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

- Balanza electrónica con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.
- Tamices: 1 ½", 1", ¾", 1/2", 3/8", 1/4", Nro. 4 y la bandeja de fondo.
- Bandejas, cucharas, espátulas, recipientes, etc.

PROCEDIMIENTO.

- Se cuarteo la muestra.



FIGURA 3.6 PROCEDIMIENTO: CUARTEO DEL AGREGADO GRUESO.

- Se colocó en el horno por 24 Horas para obtener una mezcla completamente seca.
- Se sacó la muestra del horno y lo pesamos con un mínimo de 5 kg según la norma.
- Se armó los tamices dichos anteriormente en orden.
- Se tamizo manualmente, debido a su peso y tamaño no se puede utilizar el tamizador mecánico del laboratorio.
- Se obtienen los pesos retenidos por cada tamiz para nuestra curva granulométrica.

(Norma Técnica Peruana, 2001)



FIGURA 3.7 GRANULOMETRÍA AGREGADO GRUESO.

LÍMITES Y HUSOS DE AGREGADO GRUESO ASTM C 33.

Según la ASTM C-33 el agregado deberá tener ciertos límites establecidos en la norma.

Huso 6 – ACTM C 33		
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	55	90
3/8"	20	55
1/4"	0	20
Nro. 4	0	10

TABLA 3.5 TABLA DE LÍMITES Y HUSOS DE AGREGADO GRUESO ASTM C 33.

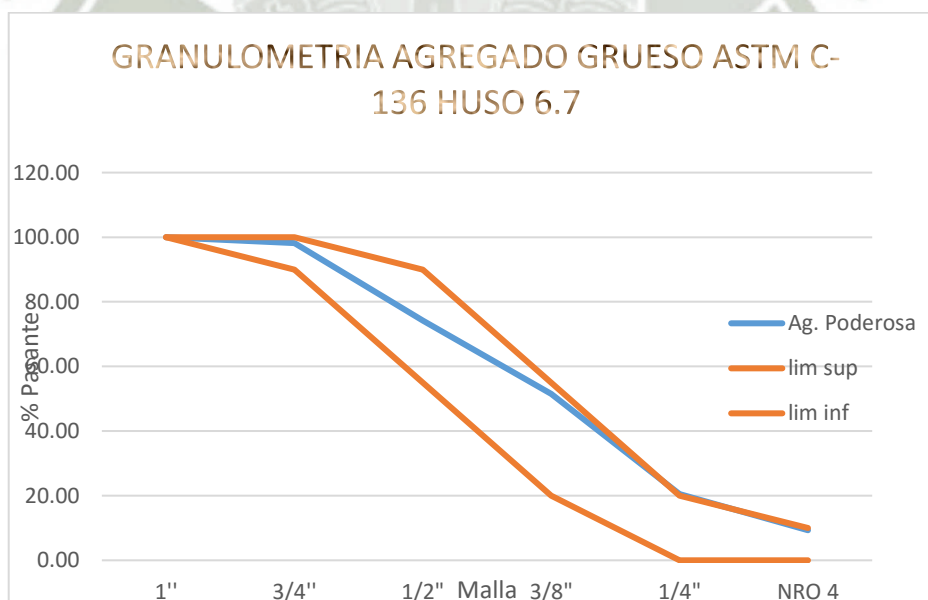
(American Society For Testing Materials, 2003)

CÁLCULOS Y RESULTADOS

TAMICES	PESO RETENIDO(GR.)	PESO RET %	RET ACUMULADO %	PASANTE %
2"		0.00	0	100
1 1/2"	0	0.00	0	100
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	53.5	1.80	1.80	98.20
1/2"	715.5	24.04	25.84	74.16
3/8"	673	22.61	48.45	51.55
1/4"	923	31.01	79.47	20.53
NRO 4	334	11.22	90.69	9.31
NRO 8	199.5	6.70	97.40	2.60
NRO 16	12.5	0.42	97.82	2.18
NRO 30	44	1.48	99.29	0.71
NRO 50	3.5	0.12	99.41	0.59
NRO 100	4	0.13	99.55	0.45
NRO 200	2.5	0.08	99.63	0.37
FONDO	11	0.37	100	0
TOTAL	2976	100.00		

TABLA 3.6 ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO.

TAMAÑO NOMINAL MAX:	3/4"
MODULO DE FINEZA	6.344



GRÁFICA 3.2 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO.

3.1.2.2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

NORMAS TECNICAS.

<i>ASTM C 127</i>	<i>MTC E 206 2000</i>	<i>NTP 400.021 - 1979</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados gruesos.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Peso específico y absorción de los agregados.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • AGREGADOS. <i>Método de ensayo para la determinación del peso específico y la absorción del agregado grueso</i>

(American Society For Testing Materials, 1993)
(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2000)
(Norma Técnica Peruana, 1979)

OBJETIVO DEL METODO.

- Determinar el peso del agregado grueso por unidad de volumen sin considerar sus vacíos.
- Aplicar este método para determinar el peso específico seco, peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado grueso.
- Gracias a este podemos usar estos valores en el cálculo y corrección de diseño de mezclas, y también el control de uniformidad de sus características físicas.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

- Balanza electrónica.

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

- Balanza hidrostática.

- Canastilla metálica.

- d. Bandejas metálicas.
Se utilizará para poner a la muestra con una superficie superficialmente seca (SSS).
- e. Franela.
Con esta se secará el material hasta que tenga apariencia superficialmente seca.
- f. Estufa.
Se utilizará para poner a la muestra con una superficie superficialmente seca (SSS).
- g. Pala de mano.
Un cucharón que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

PROCEDIMIENTO.

- a. Vaciar la muestra en una bandeja y dejar secar por unos minutos.
- b. Secar el agregado grueso con la franela para obtener una apariencia superficialmente seca.



FIGURA 3.8 SECADO DE LA MUESTRA CON FRANELA.

- c. Pesar la muestra.
- d. Luego coloque la muestra en la canasta de alambre y determine su peso sumergido en el agua.



FIGURA 3.9 PESO LA CANASTA MÁS LA MUESTRA.

- e. Retire el agregado grueso mojado en una bandeja y métele al horno por 24 horas para así obtener el peso seco.
- f. Retire la muestra del horno y proceda a pesar.

(Paz & Chaiña, 2015)

GRAVEDAD ESPECÍFICA NORMAL O NOMINAL.

GRAVEDAD ESPECIFICA NOMINAL						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Grueso S.S.S. (g)	Peso sumergido o de la cesta + muestra (g)	Peso de la cesta (g)	Peso sumergido de la Muestra (g)	G.E. Nominal
1	2418.50	2441.00	2159.00	609.00	1550.00	2.714

TABLA 3.7 TABLA DE RESULTADOS DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO.

GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE O RELATIVA.

GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Grueso S.S.S. (g)	Peso sumergido de la cesta + muestra (g)	Peso de la cesta enmallada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Aparente (g/ cm ³)
1	2418.50	2441.00	2159.00	609.00	1550.00	2.785

TABLA 3.8 TABLA DE RESULTADOS DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE DEL AGREGADO GRUESO.

GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA.

GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Grueso S.S.S. (g)	Peso sumergido de la cesta + muestra (g)	Peso de la cesta enmallada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Saturada (g/ cm ³)
1	2418.50	2441.00	2159.00	609.00	1550.00	2.740

TABLA 3.9 TABLA DE RESULTADOS DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA DE AGREGADO GRUESO.
ABSORCION.

ABSORCION DE AGREGADO GRUESO			
Muestra	Peso Muestra S.S.S. (g)	Peso muestra seca (g)	% Absorción
1	2441.00	2418.50	0.85

TABLA 3.10 TABLA DE RESULTADOS DE ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO.
3.1.2.3. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMAS TÉCNICAS.
ASTM C 29

- *Método de ensayo para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos de los agregados.*

MTC E 203 2002

- *Peso unitario y vacíos de los agregados.*

NTP 400.017 - 2011

- *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*

(American Society For Testing Materials, 1997)
(Ministerio De Transportes y Comunicaciones, 2002)
(Norma Tecnica Peruana, 2011)

OBJETIVO DEL METODO.

- El método se utiliza para determinar el Peso Unitario del agregado grueso.
- Determinar la relación masa/volumen para posibles conversiones, que posteriormente puede afectar la capacidad, ya que se tendrá el peso unitario seco.
- Calculo de porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado grueso a partir de este método de peso unitario.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

a. BALANZA.

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

b. BARRA COMPACTADORA.

Debe ser de acero de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60cm de longitud y terminada en punta semiesférica.

c. RECIPIENTE DE MEDIDA.

Debe de ser cilíndrico, metálico, con fondo firme y parejo; con precisión en sus dimensiones interiores y rígido.

Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso esta será menor del 80% ni mayor que 150% del diámetro.

El borde superior sebera ser pulido y plano dentro de 0.25 mm y paralelo al fondo dentro de 0.5%. La pared interior deberá de ser pulida y continua.

d. PALA DE MANO.

Un cucharon que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

- Según la norma NTP 400.010.
- La muestra del ensayo será mayor a la cantidad requerida para llenar el recipiente.
Secar el agregado en un horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO.

PROCEDIMIENTO DE APISONADO

- a. Se procede a llenar la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano.
- b. Se apisona la primera capa del agregado con la barra compactadora, realizando 25 GOLPES, distribuidos uniformemente sobre la superficie.
- c. Se procede a llenar hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 GOLPES.
- d. Finalmente, se llena por completo el recipiente hasta que este rebose, y de nuevo se compacta con 25 GOLPES, el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.
- e. Determine el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente solo.

(Norma Técnica Peruana, 2011)



FIGURA 3.10 PESO UNITARIO COMPACTADO.

CALCULOS Y RESULTADOS

DATOS DEL RECIPIENTE				
Volumen interno = 0.00946 m ³				
Diámetro	20.35	cm	0.204	m
Altura	29.10	cm	0.291	m

TABLA 3.11 TABLA DE RESULTADOS DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE O PROCTOR PARA EL AGREGADO GRUESO.

PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO					
Muestra	Peso olla + muestra(kg) (1)	Olla (kg) (2)	Peso muestra (kg) (1-2)=(3)	Volumen olla(m ³) (4)	P.U. varillado (kgf/m ³)
1	19.73	5.21	14.52	0.00946	1534.59
2	20.00	5.21	14.79	0.00946	1563.16
3	19.91	5.21	14.70	0.00946	1553.44
Promedio					1550.41

TABLA 3.12 TABLA DE RESULTADOS DE PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO.

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO GRUESO.

PROCEDIMIENTO.

- Llene el recipiente con la pala de manera paciente y uniforme.
- Haga rebosar el agregado y con la barra úsela como regla para eliminar el material sobrante.
- Determine el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente solo.

(Norma Técnica Peruana, 2011)

CALCULOS Y RESULTADOS.

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO GRUESO					
Muestra	Peso olla + muestra(kg) (1)	Olla (kg) (2)	Peso muestra (kg) (1-2)=(3)	Volumen olla(m ³) (4)	P.U. varillado (kgf/m ³)
1	18.87	5.21	13.66	0.00946	1443.77
2	19.26	5.21	14.05	0.00946	1484.45
3	18.80	5.21	13.59	0.00946	1436.59
Promedio					1454.93

TABLA 3.13 TABLA DE RESULTADOS DEL PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO GRUESO.

3.1.2.4. CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 566

- Método de ensayo normalizado para medir el contenido total de humedad evaporable en agregados mediante secado.

MTC E 108 200

- Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un material.

NTP 339.185 - 2002

- Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

(American Society For Testing Materials, 2004)
(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2002)
(Norma Técnica Peruana, 2002)

OBJETIVO.

Determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado grueso.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

- Balanza electrónica con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.
- Horno: Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Recipiente: Sirve para introducir la muestra al horno.



FIGURA 3.11 PROCEDIMIENTO: MUESTRA EN EL HORNO.

(Paz & Chaiña, 2015)

CALCULOS Y RESULTADOS.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
MUESTRA	PESO NATURAL (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD
#1	2168.5	2164.5	0.18
#2	3348	3341.5	0.19
Promedio			0.19

TABLA 3.14 TABLA DE RESULTADOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO.

CONTENIDO DE HUMEDAD = 0.19 %

3.1.2.5. ENSAYO DE ABRASIÓN

NORMAS TÉCNICAS.

ASTM C 131

- Método de prueba estándar para resistencia a la degradación de tamaño pequeño del agregado grueso por abrasión e impacto en la Máquina de Los Ángeles

AASHTO T 96

- Método Estándar de prueba para la resistencia a la degradación del agregado grueso.

MTC E 207 - 2000

- Abrasión los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 1/2").

NTP 400.019 - 2002

- Resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la Máquina de los Ángeles.

(American Society For Testing Materials, 1996)

(American Association of State Highway and Transportation Officials, 1999)

(Ministerio De Transportes y Comunicaciones, 2000)

(Norma Técnica Peruana, 2002)

OBJETIVOS DEL METODO.

- Determinar la resistencia a la degradación del agregado grueso empleando la máquina de Los Ángeles.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

a. Balanza electrónica.

Permita la determinación del peso con aproximación de 1 gr.

b. Tamices.

¾", ½", 3/8" y el #12 (1.70 mm).

c. Horno.

Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

d. Bandejas.

e. Máquina de los ángeles.

“Máquina de Los Ángeles. Consiste en un cilindro hueco de acero con una longitud interior de $508 \pm 5 \text{ mm}$ ($20 \pm 0.2''$), y un diámetro interior de $711 \pm 5 \text{ mm}$ ($28 \pm 0.2''$). Este cilindro lleva sus extremos cerrados y en el centro de cada extremo un eje que no penetra en su interior, quedando un cilindro montado en posición horizontal alrededor de este eje. Este está provisto de una abertura, para introducir la muestra, la abertura se cierra por medio de una tapa con empaquetadura para impedir la salida del polvo fijado por medio de pernos.”

(Norma Técnica Peruana, 2002)



FIGURA 3.12 MAQUINA DE LOS ÁNGELES.

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO.

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO							
PASA TAMIZ		RETENIDO EN TAMIZ		PESOS Y GRANULOMETRIAS DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (g)			
mm	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
37.5	1 ½	-25	1	1250± 10			
25	1	-19	¾	1250± 10			
19	¾	-12.5	½	1250± 10	2500± 10		
12.5	½	-9.5	3/8	1250± 10	2500± 10		
9.5	3/8	-6.3	¼			2500± 10	
6.3	1 ¼	-4.75	Nro. 4			2500± 10	
4.75	Nro. 4	-2.36	Nro. 8				5000± 10
TOTALES				5000± 10	2500± 10	5000± 10	5000± 10

TABLA 3.15 TABLA DE LA GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO.

- La carga abrasiva consiste en esferas de acero de un diámetro de 46.38 mm (1 13/16") y 47.63 mm (1 7/8") y un peso comprendido entre 390 g y 445 g. La carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo A, B, C o D, según la siguiente tabla.

GRANULOMETRÍA DE ENSAYO	NUMERO DE ESFERAS	PESO TOTAL
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

TABLA 3.16 TABLA QUE INDICA EL NÚMERO DE ESFERAS DEBERÁ CONTENER EL ENSAYO.
(American Society For Testing Materials, 1996)

PROCEDIMIENTO.

- a. Según la tabla de arriba al ser nuestro tamaño nominal máximo de $\frac{3}{4}$ ".
- b. Se debe usar los tamices de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " y de $\frac{3}{8}$ ".
- c. Para el ensayo se toman los retenidos de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ " de 2.5 kg cada uno.
- d. La muestra se coloca en la Maquina de los Ángeles a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm, el número total de vueltas es de 500, y al ser de tipo B se procedió a colocar 11 esferas.
- e. Luego se realiza una separación preliminar de la muestra ensayada en el tamiz nro. 12.
- f. Se realiza un lavado para extraer el polvillo fino.
- g. Se coloca en el horno por 24 horas.
- h. La muestra seca se extrae del horno y de pesa.

(Paz & Chaiña, 2015)

CÁLCULOS Y RESULTADOS.

ABRASION DE AGREGADO GRUESO			
MUESTRA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	ABRASIÓN %
#1	5000	4086	18.3

TABLA 3.17 TABLA DE LOS RESULTADOS DE LA ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

$$\% \text{ Desgaste} = 18.3 \%$$

3.1.3. AGREGADO FINO.

Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan por el tamiz 9.5mm (3/8") y que cumple con algunos límites establecidos.

(Abanto, 2009)

3.1.3.1. GRANULOMETRIA.

NORMAS TECNICAS:

<i>NTP 400.012:2001</i>	<i>ASTM C136-96a</i>	<i>AASHTO T37</i>	<i>MTC 400.037 - 2002</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (Método de prueba estándar para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>This method of test covers the sieve analysis of mineral fillers (Este método de prueba cubre el análisis granulométrico de cargas minerales)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Agregados para hormigón (concreto) Especificaciones normalizadas .</i>

(Norma Técnica Peruana, 2001)

(American Society For Testing Materials, 1996)

(American Association of State Highway and Transportation Officials, 2007)

(Ministerio De Transportes y Comunicaciones, 2002)

MARCO TEORICO:

- El agregado fino deberá tener una granulometría preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N°4 a N°100 de la serie Tyler.
- El agregado fino deberá tener más del 45% retenido en dos tamices consecutivos y su módulo de finura no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. El módulo de finura se mantendrá dentro de más o menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones de concreto.
- Es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la **Tabla 3.20.**

Tamiz	% que pasa
3/8" (9.50 mm)	100
N°4 (4.75 mm)	95 - 100
N°8 (2.36 mm)	80 - 100
N°16 (1.18 mm)	50 - 85
N°30 (600 µm)	25 - 60
N°50 (300 µm)	10 - 30
N°100 (150 µm)	2 - 10

TABLA 3.18 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

(Universidad Nacional Del Santa, 2011)

- Según la ASTM C-33, el agregado deberá tener ciertos límites establecidos en la norma. La denominación en unidades inglesas (tamices ASTM) se hacen según el tamaño de la abertura en pulgadas para los tamaños grandes y los números de aberturas por pulgada lineal para tamices menores de 3/8".

(American Society For Testing Materials, 2003)

Denominación del tamiz	Abertura en pulgadas	Abertura en milímetros
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
No 4	0.1870	4.7500
No 8	0.0937	2.3600
No 16	0.0469	1.1800
No 30	0.0234	0.5900
No 50	0.0117	0.2950
No 100	0.0059	0.1475
No 200	0.0029	0.0737

TABLA 3.19 DENOMINACIÓN DE LOS TAMICES SEGÚN EL TAMAÑO DE LA ABERTURA

OBJETIVO DEL ENSAYO:

- Determinar cuantitativamente los tamaños de las partículas de los Agregados Finos, por medio de tamices.
- Determinar la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca por separación a través de tamices dispuestos de mayor a menor abertura.

- Calcular el módulo de fineza del agregado fino para el diseño del concreto.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

a. Balanza electrónica:

Con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.

b. Tamices:

Mallas 3/8", Nro. 4, Nro. 8, Nro. 16, Nro 30, Nro 50, Nro 100, Nro 200 y la bandeja de fondo.

c. Maquina tamizadora de finos:

Para obtener los retenidos en cada una de las mallas.

d. Bandejas:

Se utilizará para poner a la muestra.

e. Cucharas

f. Espátulas

Que tengan la capacidad para llenar los recipientes.

PREPARACION DE LA MUESTRA:

a. La muestra se obtendrá por cuarteo.



FIGURA 3.13 CUARTEO DE LA MUESTRA

- b. Debe estar completamente mezclado y tener una humedad suficiente para evitar perdida de finos.
- c. La muestra para los ensayos deberá tener una masa seca aproximada.
- d. No está permitido obtener muestra a un peso exacto determinado.

e. Las muestras para agregado fino recién secadas deberán tener un peso mínimo de 300gr.

PROCEDIMIENTO:

- a. Se debe obtener en un balde con una cantidad de Agregado Fino, eso se cuartea y se coloca en una bandeja metálica para luego colocarlo en el horno por 24 hrs.
- b. Una vez sacado del horno se pesa el Agregado fino seco.
- c. Se arman los tamices dichos antes y los colocamos en la Maquina tamizadora de finos.
- d. Colocamos la muestra obtenida en la Maquina tamizadora de finos por 3 min.



FIGURA 3.14 PROCEDIMIENTO: COLOCAR LA MUESTRA EN LA MAQUINA TAMIZADORA POR 3 MIN

e. Luego obtenemos los pesos retenidos por cada tamiz para calcular la curva granulométrica.

(Paz & Chaiña, 2015)



FIGURA 3.15 MUESTRA RETENIDA EN LOS DIFERENTES TAMICES

LÍMITES DEL AGREGADO FINO ASTM C 33:

Según la ASTM C-33 el agregado deberá tener ciertos límites establecidos en la norma.

MALLAS	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8	100	100
Nro. 4	95	100
Nro. 8	80	100
Nro. 16	50	85
Nro. 30	25	60
Nro. 50	5	30
Nro. 100	0	10

TABLA 3.20 LÍMITES DEL AGREGADO FINO SEGÚN – ASTM C 33.

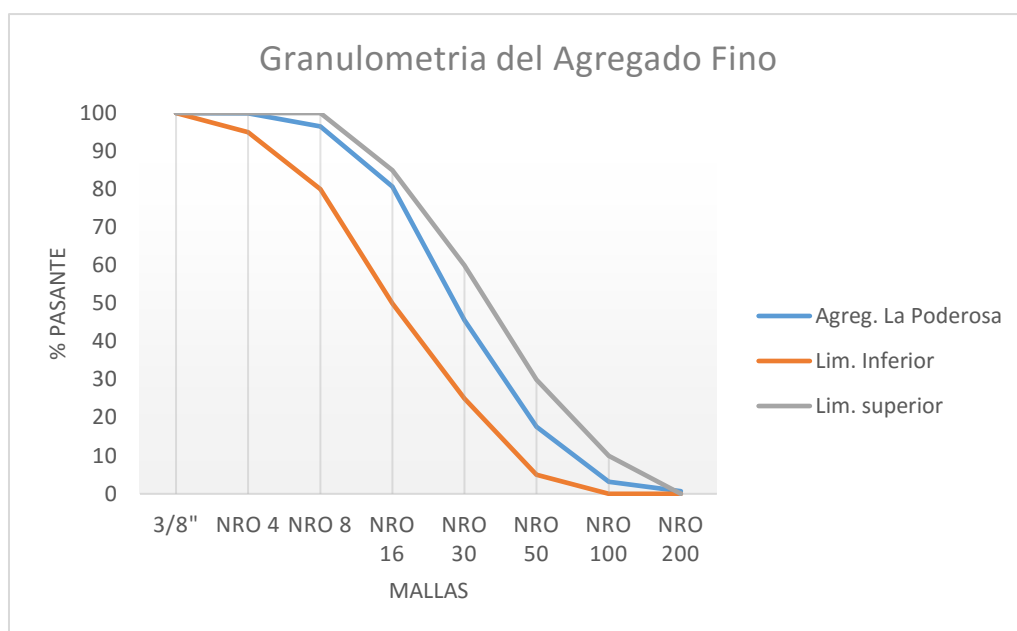
(American Society For Testing Materials, 2003)

CALCULOS Y RESULTADOS:

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO				
CANtera: LA PODEROSA				
TAMICES	PESO RETENIDO(GR.)	PESO RET %	RET ACUMULADO %	PASANTE %
NRO 4	2.5	0.10	0.10	99.90
NRO 8	90	3.44	3.54	96.46
NRO 16	413	15.80	19.33	80.67
NRO 30	915.5	35.02	54.35	45.65
NRO 50	733.5	28.06	82.41	17.59
NRO 100	378	14.46	96.86	3.14
NRO 200	64	2.45	99.31	0.69
FONDO	18	0.69	100.00	0.00
TOTAL	2614.5	100.00		

TABLA 3.21 ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

MODULO DE FINEZA	2.57
-------------------------	-------------



GRÁFICA 3.3 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO.

Cu =	3.29
Cc =	0.93
D10 =	0.24
D30 =	0.42
D60 =	0.79

TABLA 3.22 DETERMINACIÓN DE LOS DECILES

3.1.3.2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

NORMAS TECNICAS:

NTP 400.022:1979

- *Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Finos.*

ASTM C 128

- *Gravedad específica y absorción de agregados finos.*

MTC E 205 - 2002

- *Método de ensayo para determinar el pesos específico y la absorción del agregado fino.*

(Norma Técnica Peruana, 1979)
(American Society For Testing Materials, 1997)
(Ministerio De Transportes y Comunicaciones, 2002)

MARCO TEORICO:

La densidad o peso específico es una propiedad física de los agregados y está definida por la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada, lo que significa que depende directamente de las características del grado de agregado.

Existen tres tipos de densidad las cuales están basadas en la relación entre la masa (en el aire) y el volumen del material; a saber:

- Peso específico natural
- Peso específico aparente
- Peso específico saturado (SSS)

(Alban, 2011)

OBJETIVO DEL ENSAYO:

- o Determinar el peso del agregado por unidad de volumen sin considerar sus vacíos.
- o Aplicar este método para determinar el peso específico seco, peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino.
- o Gracias a este podemos usar estos valores en el cálculo y corrección de diseño de mezclas, y también el control de uniformidad de sus características físicas.

(Paz & Chaiña, 2015)

MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

a. Balanza:

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

b. Probeta graduada:

Con una capacidad de 1000 cm³.

c. Molde cónico:

Diámetro superior 40 +/- 3 mm, diámetro inferior 90 +/- 3 mm, altura de 75 mm +/- 3 mm, espesor mínimo 0.8 mm.

d. Apisonador de metal:

Debe ser de acero de 25mm +/- 3 mm de diámetro y aproximadamente 340 g +/- 15 g de peso con un extremo de superficie plano circular y terminada en punta semiesférica.

e. Estufa:

Se utilizará para poner a la muestra con una superficie superficialmente seca (SSS).

f. Pala de mano:

Un cucharón que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

g. Bandeja:

Se requiere para poner la muestra y ponerla en la estufa.

(Norma Técnica Peruana, 2002)

PROCEDIMIENTO:

- Cuarteo: Conseguimos una muestra de 600 a 1000 gr aproximadamente.
- Dejamos en reposo la muestra saturando por un tiempo de 24 horas.
- Pasado el tiempo indicado, extendemos en una superficie plana la muestra y se mueve al aire libre hasta que la arena este seca (según norma), pero en este caso, usaremos la estufa y una olla para calentar la arena y así quede superficialmente seca.



FIGURA 3.16 SECADO DE LA ARENA EN LA ESTUFA

- **Prueba del cono:** Echamos el agregado grueso con mucho cuidado en el cono volteado y con la barra compactadora damos 25 golpes (norma) desde una altura pequeña.



FIGURA 3.17 PRUEBA DEL CONO

Al retirar el cono, si la arena se mantiene firme, significa que necesita secar más ya que esta aun saturada, pero cuando la arena se desmorona, significa que está en su estado superficialmente seca.



FIGURA 3.18 DESMORONAMIENTO DE LA ARENA

- Una vez con nuestra muestra SSS, tomar una muestra de 500 gr.
- Pesar la probeta.



FIGURA 3.19 PESO DE LA PROBETA

- Introducimos la muestra en la probeta y la pesamos.
- Llenamos de agua hasta 1000 cm³ y lo pesamos (**A**).
- Eliminamos las burbujas de agua (agitando) y dejar reposar de 15 a 20 minutos para que el agua quede completamente limpia.
- Retiramos el agua del frasco y llevamos al horno la muestra, luego de 24 horas dejamos enfriar y pesamos (F).

RECOMENDACIONES:

- Sabemos que los 25 golpes es una norma, así q debemos tratar de que sean 25 exactos al igual que el depósito en el que colocamos el material.
- Se recomienda cumplir con la norma de tener las muestras en el horno las 24 horas ya que así es la única forma de tener el agregado totalmente seco.
- De igual forma, el tiempo de saturación, se recomienda que sean las 24 horas establecidas por norma, ya que así los resultados saldrán lo más aproximado posible.

CALCULOS Y RESULTADOS:

Obtenemos los siguientes pesos:

NOMENCLATURA	DESCRIPCION	PESO Y VOLUMEN
A	Peso de arena SSS + frasco + agua	1547 gr
B	Peso de la muestra	500 gr
C	Peso del agua	792 gr
D	Peso de la arena superficialmente seca (cocina)	499 gr
E	Volumen del frasco	1000 cm ³
F	Peso de la arena completamente seca (horno)	492 gr

TABLA 3.23 DATOS PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

- **Peso específico natural:**

$$P. E. normal = \frac{D}{(E - C)}$$

$$P. E. normal = \frac{499}{(1000 - 792)}$$

$$P. E. normal = 2.399 \text{ g/cm}^3$$

▪ **Peso específico aparente:**

$$P. E. aparente = \frac{D}{(E - C) - (B - D)}$$

$$P. E. aparente = \frac{499}{(1000 - 972) - (500 - 499)}$$

$$P. E. aparente = 2.411 \text{ g/cm}^3$$

• **Peso específico saturado (SSS):**

$$P. E. saturado = \frac{B}{(E - C)}$$

$$P. E. saturado = \frac{500}{(1000 - 792)}$$

$$P. E. saturado = 2.404 \text{ g/cm}^3$$

• **Absorción**

$$\% \text{ absorcion} = \frac{500 - F}{F} * 100\%$$

$$\% \text{ absorcion} = \frac{500 - 492}{492} * 100\%$$

$$\% \text{ absorcion} = 1.63\%$$

TABLA RESUMEN:

TABLA RESUMEN	
Peso específico natural	2.399 g/cm3
Peso específico aparente	2.411 g/cm3
Peso específico saturado (SSS)	2.404 g/cm3
% Absorción	1.63 %

TABLA 3.24 RESUMEN DE RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

3.1.3.3. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO.

NORMAS TECNICAS:

ASTM C 29	MTC E 203 2002	NTP 400.017 - 2011
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Método de ensaye estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Peso unitario y vacíos de los agregados.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Metodo de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.</i>

(American Society For Testing Materials, 1997)
(Ministerio De Transportes y Comunicaciones, 2002)
(Norma Tecnica Peruana, 2011)

OBJETIVO DEL ENSAYO:

- Determinar el peso Unitario o Volumétrico del agregado fino para la elaboración de concreto.
- Conocer y aplicar los procesos que permiten obtener el peso unitario suelto y compactado del agregado fino, así como los equipos requeridos para ello.
- Conocer la utilidad del Peso unitario suelto y compactado como parámetro comparativo y su utilidad en la elaboración del concreto.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

a) Balanza mecánica:

Con una precisión de 0.05kg y con 0.1% de exactitud en los resultados.

b) Recipientes (bandejas):

Para depositar el agregado a utilizar.



FIGURA 3.20 BANDEJA CON AGREGADO

c) Recipiente de medida:

Cilíndricos metálicos, preferiblemente con asas.

Con fondo firme y parejo, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígido para mantener su forma en condiciones severas de uso. Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso la altura será menor del 80% ni mayor que 150% del diámetro



FIGURA 3.21 RECIPIENTE

d) **Varilla de compactación:**

Barra de acero de sección circular, recta, lisa, de 16mm (5/8") de diámetro y 60 cm de longitud, con uno de los extremos de forma semiesférica del mismo diámetro de la varilla.



FIGURA 3.22 VARILLA DE COMPACTACIÓN

(Norma Técnica Peruana, 2011)

PROCEDIMIENTO:

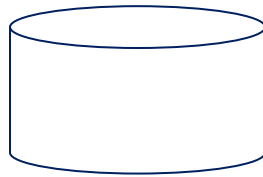
a) **Determinación del peso unitario seco suelto:**

- **Para el agregado fino:**
 - Se realiza el cuarteo del agregado fino el cual debe estar debidamente secado en el horno.
 - Luego se procede a llenar el recipiente con ayuda de un cucharón hasta alcanzar unos 3 a 4 cm por encima de su límite máximo.
 - Posteriormente se procede a enrasar el recipiente con ayuda de una regla metálica.
 - Finalmente se tiene que llevar a la balanza el recipiente para obtener su respectivo peso. (También se debe realizar el peso del recipiente vacío).

CALCULOS Y RESULTADOS:

- **Determinación del volumen del recipiente:**

Para esto se usó el recipiente pequeño el cual presentaba las siguientes dimensiones:



Altura = 15.5 cm

Hallando el volumen del recipiente tenemos:

Diámetro = 15.25 cm

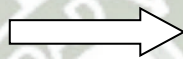
$$v = \pi * r^2 * h$$

$$v = \pi * (7.625^2) * 15.5$$

$$v = \pi * (7.625^2) * 15.5 = 2831.14 \text{ cm}^3 = 0.002831 \text{ m}^3$$

- Hallando el peso unitario seco suelto del agregado fino:

$$PSS = \frac{(\text{Peso del material suelto} + \text{el recipiente}) - (\text{peso del recipiente})}{\text{volumen del recipiente}}$$



Peso del recipiente = 1642 gr

- Primer ensayo:

$$PSS = \frac{(6028) - (1642)}{2831.14}$$

$$PSS = 1.549 \text{ gr/cm}^3$$

- Segundo ensayo:

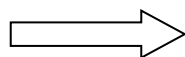
$$PSS = \frac{(5932) - (1642)}{2831.14}$$

$$PSS = 1.515 \text{ gr/cm}^3$$

- Tercer ensayo:

$$PSS = \frac{(6038) - (1642)}{2831.14}$$

$$PSS = 1.553 \text{ gr/cm}^3$$



Entonces el $PSS_{\text{promedio}} = 1.539 \text{ gr/cm}^3$

TABLA RESUMEN:

PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO FINO					
MUESTRA	PESO RECIPIENTE + MUESTRA (gr)	PESO RECIPIENTE VACIO (gr)	PESO DE MUESTRA (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3)
1	6028	1642	4386	2831.14	1.549
2	5932	1642	4290	2831.14	1.515
3	6038	1642	4396	2831.14	1.553
Promedio					1.539

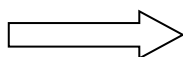
TABLA 3.25 RESUMEN DE RESULTADOS DEL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO
b) Determinación del peso unitario seco compactado:

- **Para el agregado fino:**
 - Se realiza el cuarteo del agregado fino el cual debe estar debidamente secado (seco).
 - Luego se procede a llenar el recipiente con ayuda de un cucharón hasta alcanzar un 1/3 de la altura total del recipiente.
 - Posteriormente con ayuda de la varilla de compactación se procede a realizar 25 golpes en diferentes partes del área del recipiente.
 - Luego se tiene que echar la segunda capa de material cumpliéndose lo mismo que en la primera capa.
 - Se llena la tercera capa del material se realiza los 25 golpes, se tiene que enrasar el material antes de pesarlo.
 - Finalmente se tiene que llevar a la balanza el recipiente para obtener su respectivo peso seco compactado.

CALCULOS Y RESULTADOS:

- Hallando el peso unitario seco compactado del agregado fino:

$$PSC = \frac{(Peso\ del\ material\ compactado + el\ recipiente) - (peso\ del\ recipiente)}{volumen\ del\ recipiente}$$



Peso del recipiente = 1642 gr

- Primer ensayo:

$$PSC = \frac{(6331) - (1642)}{2831.14}$$

$$PSC = 1.656 \text{ gr/cm}^3$$

- Segundo ensayo:

$$PSC = \frac{(6370) - (1642)}{2831.14}$$

$$PSC = 1.670 \text{ gr/cm}^3$$

- Tercer ensayo:

$$PSC = \frac{(6360) - (1642)}{2831.14}$$

$$PSC = 1.667 \text{ gr/cm}^3$$



Entonces el $PSC_{\text{promedio}} = 1.664 \text{ gr/cm}^3$

TABLA RESUMEN:

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO					
MUESTRA	PESO RECIPIENTE + MUESTRA (gr)	PESO RECIPIENTE VACIO (gr)	PESO DE MUESTRA (gr)	VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm3)
1	6331	1642	4689	2831.14	1.656
2	6370	1642	4728	2831.14	1.670
3	6360	1642	4718	2831.14	1.667
Promedio					1.664

TABLA 3.26 RESUMEN DE RESULTADOS DEL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

3.1.3.4. CONTENIDO DE HUMEDAD.

NORMAS TECNICAS:

<i>ASTM C 566</i>	<i>MTC. E 108 - 2000</i>	<i>NTP. 339. 185 - 2002</i>
<ul style="list-style-type: none"> •Metodo de ensayo normalizado para medir el contenido total de humedad evaporable en agregados mediante secado. 	<ul style="list-style-type: none"> •Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> •Metodo de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

(American Society For Testing Materials, 2004)
(Ministerio De Transportes y Comunicaciones, 2000)
(Norma Tecnica Peruana, 2002)

OBJETIVO DEL ENSAYO:

- Determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado fino.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

- Balanza electrónica:
Con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.
- Horno:
Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Recipiente:
Sirve para introducir la muestra al horno.

(Norma Tecnica Peruana, 2002)

CALCULOS Y RESULTADOS:

El contenido de humedad en los suelos es la cantidad de agua que el suelo contiene en el momento de ser extraído. Una forma de conocer el contenido de humedad es pesar la muestra cuando se acaba de extraer, y después de haberla mantenido durante 24 horas en un horno a una temperatura de 110°C se hace lo siguiente:

(Wikipedia, Wikipedia, 2016)

El contenido de humedad está definido por la fórmula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{W - W_s}{W_s}$$

Donde:

W= Peso total de la muestra

Ws= Peso seco de la muestra

Reemplazando con nuestros datos tenemos que:

W = 1726 gr

Ws = 1716 gr

$$\% \text{ humedad} = \frac{1726 - 1716}{1716} * 100$$

Por lo tanto, el contenido de humedad sería:

w = 0.583 %

TABLA RESUMEN:

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA (gr)	PESO SECO DE LA MUESTRA (gr)	% DE HUMEDAD
1	1726	1716	0.583

TABLA 3.27 RESUMEN DE RESULTADOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

3.1.3.5. IMPUREZAS ORGÁNICAS.

NORMAS TECNICAS:

ASTM C 40	MTC E 213 - 2002	NTP 400.013 - 2002
<ul style="list-style-type: none"> • Método de Ensayo Normalizado para la Detección de Impurezas Orgánicas en Agregados Finos para Concreto 	<ul style="list-style-type: none"> • Impurezas orgánicas en el agregado fino. 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y hormigones.

(American Society For Testing Materials, 1992)
(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2002)
(Norma Técnica Peruana, 2002)

OBJETIVO DEL ENSAYO:

- Determinar el contenido o no de material orgánico en la muestra de agregado fino, que afectará en nuestro diseño de mezcla, lo que servirá para rechazarlo o tomarlo como aceptable.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

a. Frascos de vidrio:

De 500 ml, debe contar con su tapa.

b. Reactivos:

Solución de Hidróxido de Sodio (3%), se disuelven 3 partes en peso de hidróxido de sodio (Na OH) en 97 partes de agua destilada.

PREPARACION DE LA MUESTRA:

- La muestra debe ser secada en el aire (no meter a un horno), se toma 500 gr, por el método del cuarteo manual.

PROCEDIMIENTO:

- a. Se coloca el agregado fino en el frasco hasta completar un volumen de 150 ml de la botella aproximadamente.
- b. Se añade la solución de Hidróxido de sodio, hasta que el volumen del agregado fino y el líquido después de agitado, todo este volumen sea igual a 200 ml.



FIGURA 3.23 PROCEDIMIENTO: AÑADIR EL HIDRÓXIDO DE SODIO.

- c. Se tapa el frasco, agitar para que el agregado fino y la solución de hidróxido de sodio se mezcle.
- d. Dejar reposar 24 horas.
- e. Después de las 24 horas de reposo, se define el color del líquido de la muestra, se utiliza los 5 vidrios de color estándar utilizando los siguientes colores:

COLOR GARDNER ESTANDAR N°	PLACA ORGANICA N°
5	1
8	2
11	3 (estándar)
13	4
16	5

TABLA 3.28 TABLA DE LOS 5 VIDRIOS DE COLOR ESTÁNDAR.



FIGURA 3.24 COMPARACIÓN DE MUESTRA CON LA TABLA DE COLORES.

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2002)

RESULTADOS DEL ENSAYO:

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN AGREGADO FINO	
MUESTRA	CONTENIDO DE IMPUREZA ORGÁNICA
1	No contiene impurezas.

TABLA 3.29 RESUMEN DE RESULTADOS DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN AGREGADO FINO

3.1.4. CEMENTO.

Cemento Portland adicionado con puzolana, de conformidad con la **NTP 334.090** y la **Norma ASTM C 595**, recomendado para el uso general en todo tipo de obra civil. Posee resistencia al ataque de sulfatos, bajo calor de hidratación que contribuye al vaciado de concretos masivos, mayor impermeabilidad, ganancia de mayor resistencia a la compresión con el tiempo, mejor trabajabilidad, siendo ideal para el uso de morteros, revestimientos y obras hidráulicas (en el caso de las obras portuarias expuestas al agua de mar, también en canales, alcantarillas, túneles y suelos con alto contenido de sulfatos).

Cumple con las exigencias que se indican en la norma de los cementos Tipo I, II y V. Además de tener una buena performance en ataques severos.

También se recomienda utilizar en edificaciones y estructuras industriales, puentes, perforaciones y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerables y en climas cálidos.

La puzolana, es un material silicoso o sílico aluminoso que por sí mismo posee poco o ningún valor cementicio pero que, dividido finamente, con la presencia de agua y a la temperatura ambiente normal, es capaz de reaccionar químicamente con el Hidróxido de calcio para formar compuestos con propiedades cementicias.

La puzolana de Yura, tiene un índice de actividad puzolánica mayor que el mínimo requerido por la norma ASTM C-595.

El cemento portland puzolánico IP de Yura, es un cemento Portland adicionado al que se agrega en el momento de la molienda del Clinker, una cantidad de puzolana natural activa de aproximadamente 30% en peso. La norma ASTM C-595, permite agregar hasta 40% de puzolana en peso.

- **Características de los cementos puzolánicos:**

Los cementos puzolánicos se controlan con la norma ASTM C-595. La siguiente es una muestra informativa de las características del cemento YURA Portland IP comparándola con los requisitos de la Norma ASTM antes indicada.

Especificaciones Químicas y Físicas del cemento

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO IP YURA	NORMA ASTM C-595	REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO IP YURA	NORMA ASTM C-595
Mg O (%)	1.85	6.00 Máx.	Superficie Específica Blaine (cm ² /gr)	4.440	No especifica
SO ₃ (%)	1.55	4.00 Máx.	Expansión en autoclave (%)	-0.02	0.80 Máx.
Pérdida por Ignición (%)	1.90	5.00 Máx.	Fraguado Vicat Inicial (minutos)	180	más de 45
			Fraguado Vicat Final (minutos)	220	más de 420
			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			3 días (kg-f/cm ²)	218.26	127 Mín.
			7 días (kg-f/cm ²)	244.90	197 Mín.
			28 días (kg-f/cm ²)	322.01	246 Mín.

TABLA 3.30 ESPECIFICACIONES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL CEMENTO

- Ventajas de utilización de un concreto puzolánico:

Concreto en estado fresco:

- Se reduce la exudación debido al efecto de la finura de la puzolana, que actúa en este caso como llenador de vacíos en la pasta de cemento y arena.
- Otorga mayor viscosidad a la pasta cemento-arena, controlado satisfactoriamente la segregación de agregado grueso, tanto en el proceso de combinación de materiales como la colocación y vibrado o compactación.

Concreto en estado endurecido:

- La resistencia a la compresión de los concretos preparados con cemento Yura IP, sigue aumentando con el tiempo, mucho más que la de los concretos producidos con cemento Portland I. Este incremento de resistencia se debe a la reacción de sílice contenida en la puzolana con cal libre que es producida durante la fragua del cemento. Este proceso continúa por un tiempo casi indefinido, sin embargo la ganancia significativa de resistencia, puede considerarse terminada a los 10 años. Como evidencia comparativa, un concreto puzolánico gana entre 60 y 70% más resistencia a la compresión al cabo de un año, mientras que un concreto normal en condiciones óptimas, es decir, en clima muy húmedo o curado por mucho mayor tiempo, habrá ganado un 25% de mayor resistencia al cabo de un año, tiempo en el que culmina en términos prácticos su ganancia de resistencia.
- La permeabilidad del concreto puzolánico disminuye en el tiempo a causa de la reacción puzolánica y la cristalización de sus compuestos cementicios; esto hace que las construcciones hidráulicas o aquellas destinadas para contención de líquidos, que sean construidas con cemento puzolánico, tengan mayor impermeabilidad que las realizadas con cemento tipo I ó tipo II.
- La fragua del concreto elaborado con cemento Yura IP, desprende moderado calor de hidratación. Esta propiedad lo hace altamente recomendado para

vaciados de grandes macizos de concreto y para obras en zonas con altas gradientes térmicas, como lo son las zonas alto andinas del sur del Perú.

- La durabilidad de los concretos elaborados con cemento Yura IP, es mayor, por los siguientes factores:

- * Es un concreto más homogéneo, compacto en su origen, debido a su menor segregación y ausencia de exudación en la etapa de concreto fresco; lo que constituye la base de un concreto bien colocado y de excelente acabado.
- * Mayor compacidad de la masa de concreto y menor permeabilidad, cualidades que en conjunto, mejoran la resistencia al ataque del medio ambiente y a la corrosión del acero de refuerzo.
- * Otorga alta resistencia al ataque de sulfatos. Los concretos puzolánicos son menos susceptibles a eflorescencias.

(Yura S.A., 2015)



FIGURA 3.25 CEMENTO YURA IP.

3.1.5. AGUA.

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.

Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.

El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

Algunas de las sustancias que con mayor frecuencia se encuentran en las aguas y que inciden en la calidad del concreto se presentan a continuación:

- Las aguas que contengan menos de 2000 ppm de sólidos disueltos generalmente son aptas para hacer concretos; si tienen más de esta cantidad deben ser ensayados para determinar sus efectos sobre la resistencia del concreto.
- Si se registra presencia de carbonatos y bicarbonatos de sodio o de potasio en el agua de la mezcla, estos pueden reaccionar con el cemento produciendo rápido fraguado; en altas concentraciones también disminuyen la resistencia del concreto.
- El alto contenido de cloruros en el agua de mezclado puede producir corrosión en el acero de refuerzo o en los cables de tensionamiento de un concreto pre esforzado.
- El agua que contenga hasta 10000 ppm de sulfato de sodio, puede ser usada sin problemas para el concreto.
- Las aguas acidas con pH por debajo de 3 pueden crear problemas en el manejo u deben ser evitadas en lo posible.
- Cuando el agua contiene aceite mineral (petróleo) en concentraciones superiores a 2%, pueden reducir la resistencia del concreto en un 20%.

- Cuando la salinidad del agua del mar es menor del 3.5%, se puede utilizar en concretos no reforzados y la resistencia del mismo disminuye en un 12%, pero si la salinidad aumenta al 5% la reducción de la resistencia es del 30%.

(Bernal, 2009)

Los límites máximos permisibles de concentración de sustancias en el agua son los siguientes:

Sustancias y Ph	Límite máximo
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	200 ppm
Sales de magnesio	125 ppm
Sales solubles	300 ppm
Sólidos en suspensión	10 ppm
Materia orgánica expresada en oxígeno consumido	0.001 ppm
Ph	6 < pH < 8

TABLA 3.31 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACIÓN

3.1.5.1. OBTENCIÓN DEL pH DEL AGUA.

Procedimiento:

- Tomar una muestra del agua en la que se está curando las probetas.
- Tomar un papel tornasol para medir el pH del agua.



FIGURA 3.26 PROCEDIMIENTO: PAPEL TORNASOL Y LA MUESTRA

- Introducir el papel tornasol por unos segundos.

d) Comparar el papel tornasol con las escalas dadas.

(Paz & Chaiña, 2015)

3.1.5.2. DETERMINACIÓN DE CLORUROS (ITINTEC 214.021.1988, Método Argentométrico)

Este método es aplicable para la determinación de cloruros en aguas potables o superficiales, siempre que no tengan excesivo color o turbidez. Se basa en el método de Mohr. Sobre una muestra ligeramente alcalina, con pH entre 7 y 10, se añade disolución de AgNO₃ valorante, y disolución indicadora K₂CrO₄. Los Cl⁻ se precipitan con el ion Ag⁺ formando un compuesto muy insoluble de color blanco. Cuando todo el producto ha precipitado, se forma el cromato de plata, de color rojo ladrillo, que es menos insoluble que el anterior y nos señala el fin de la valoración.

Reacción de valoración:



Reacción Indicadora:



Nota: NO₃ Ag en exceso

Cálculo.- Si lo que queremos son los mg/l de cloruros.

$$\text{ppm Cl}^- = \left\{ \left[(A-B) * N * 35,45 \right] / V \right\} * 1000$$

Donde:

A = ml valoración de la muestra.

S = ml valoración del blanco.

V = normalidad de Ag NO₃

(Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla, s.f.)

OBS.: Para el caso de la investigación, los resultados del ensayo se muestran en la Tabla 3.33.

3.1.5.3. DETERMINACIÓN DE SULFATOS (NTP 214.023.2000, Método Turbidimétrico)

La determinación de ion sulfato en concentraciones del orden de miligramos por litro se puede llevar a cabo mediante una turbidimetría basada en la formación de BaSO_4 . La medida de la turbidez puede llevarse a cabo con instrumentos diseñados a tal fin, como los turbidímetros o los nefelómetros, pero no hay ningún inconveniente en utilizar los datos proporcionados por espectrómetros UV-vis o colorímetros.

REACTIVOS

Disolución patrón de sulfato de 1,00g/L, aproximadamente: se pesan del orden de 1,814g de sulfato de sodio anhidro, se disuelven en agua des ionizada y se completa el volumen a 1L en un matraz aforado. Alternativamente es posible preparar una disolución patrón de H_2SO_4 0,01mol/L por dilución del ácido concentrado y posterior estandarización frente a un patrón primario adecuado.

Reactivo NaCl/HCl: se disuelven 60g de cloruro de sodio, en 200ml de agua des ionizada, se añaden 5ml de ácido clorhídrico concentrado y se diluye hasta 250ml.

Cloruro de bario, en forma cristalina, de tamaño de partícula comprendido entre 20 y 30 mallas.

Disolución de glicerina-etanol (1:2): se mezcla un volumen de glicerina, con dos volúmenes de etanol absoluto.

CALIBRADO Y MEDIDA

El intervalo de linealidad depende de la longitud de onda de trabajo. A 420 nm está comprendido entre aproximadamente 5 y 30 mg ml/L de anión sulfato.

Para obtener la recta de calibrado, se prepara, en primer lugar, dos diluciones intermedias de 100 y 200 mg/L, se introducen en sendos matraces aforados de 250mL y se enrasan con agua des ionizada. Para preparar los patrones de medida, se pipetea los volúmenes que se indican en el cuadro de la derecha. Se introducen en matraces de 100mL, se añaden 10mL del reactivo HCl/NaCl y 20mL de la mezcla glicerina/etanol, y se diluye con agua des ionizada hasta casi la marca de enrase; finalmente, se añaden 0,3 g de cloruro de bario a cada aforado, se agita durante un minuto y se enrasa. También se prepara un blanco (10 mL de reactivo HCl/NaCl, 20mL de la mezcla glicerina/etanol y 0,3 g de cloruro de bario diluidos a 100 mL en un matraz aforado), que se utiliza para ajustar el cero de absorbancia en el instrumento. Transcurridos cinco minutos (controlados con un cronometro) desde la adición del cloruro de bario, se miden las absorbancias de los distintos patrones y se construye la recta de calibrado. Para la cuantificación, se pipetea un volumen de muestra que contenga entre 0,5 y 3 mg de anión sulfato, se introduce en un matraz aforado de 100 mL y se produce como se ha descrito para los patrones. La interpolación en la recta de calibrado de la absorbancia de la disolución así preparada permite obtener su concentración y, a partir de ese valor, calcular el contenido de sulfatos de la muestra original.

Concentración de los patrones de medida (mg ml/L)	Volumen de la disolución de patrón intermedio (mL)	Concentración disolución patrón intermedio (mg/L)
5	5	100
10	5	200
15	15	100
20	20	200
25	25	100
30	15	200

TABLA 3.32 VOLÚMENES DE LAS DILUCIONES PATRÓN INTERMEDIAS DE SULFATO PARA PREPARAR LAS DILUCIONES DE MEDIDA.

(Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, s.f.)

OBS.: Para el caso de la investigación, los resultados del ensayo se muestran en la Tabla 3.33.

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACION DE CLORUROS (mg/L) ITINTEC 214.021.1988, Método Argentométrico	68.09
DETERMINACIÓN DE SULFATOS (mg/L) NTP 214.023.2000, Método Turbidimétrico	126.15

TABLA 3.33 RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA.

3.1.6. ADITIVOS.

Los aditivos para concreto son componentes de naturaleza orgánica (resinas) o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones.

3.1.6.1. ADITIVOS PLASTIFICANTES.

Son compuestos orgánicos e inorgánicos que permiten emplear menor agua de la que se usaría en condiciones normales en el concreto, produciendo mejores características de trabajabilidad y también de resistencia al reducirse la Relación Agua/Cemento.

Trabajan en base al llamado efecto de superficie, en que crean una interfase entre el cemento y el agua en la pasta, reduciendo las fuerzas de atracción entre las partículas, con lo que se mejora el proceso de hidratación.

Usualmente reducen el contenido de agua por lo menos en un 5% a 10%.

Tienen una serie de ventajas como son:

- a) Economía, ya que se puede reducir la cantidad de cemento.
- b) Facilidad en los procesos constructivos, pues la mayor trabajabilidad de las mezclas permite menor dificultad en colocarlas y compactarlas, con ahorro de tiempo y mano de obra.
- c) Trabajo con asentamientos mayores sin modificar la relación Agua/cemento.
- d) Mejora significativa de la impermeabilidad
- e) Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin problemas de atoros, ya que actúan como lubricantes, reduciendo la segregación.

En general, la disminución del asentamiento en el tiempo es algo más rápida que en el concreto normal, dependiendo principalmente de la temperatura de la mezcla.

Las sustancias más empleadas para fabricarlos son los lignosulfonatos y sus sales, modificaciones y derivados de ácidos lignosulfonados, ácidos hidroxilados carboxílicos y sus sales, carbohidratos y polioles etc.

La dosificación normal oscila entre el 0.2% al 0.5% del peso del cemento, y se usan diluidos en el agua de mezcla.

(CivilGeek, Tipos de Aditivo para Concreto, s.f.)

El aditivo que utilizamos nosotros fue el SIKA PLASTIMENT HE 98.

- **SIKA PLASTIMENT HE 98:**

Es un aditivo plastificante e impermeabilizante libre de cloruros que produce en el concreto un aumento en su trabajabilidad logrando una reducción en la relación agua / cemento.



FIGURA 3.27 ADITIVO SIKA PLASTIMENT HE 98

USOS:

Plastiment HE-98 es un aditivo de uso universal y su empleo es recomendable en todos los concretos de obras civiles, edificaciones, prefabricados y en general, en toda obra de concreto donde:

- Se exija un concreto de calidad.
- Se tenga que elaborar elementos esbeltos.
- Se requiera superficies en concreto caravista.
- Se necesite facilitar las labores de colocación.
- En todo tipo de obras hidráulicas (canales, presas, piscinas, cisternas, entre otros).

VENTAJAS:

- Mejora la trabajabilidad en el concreto fresco, facilitando las labores de colocación de éste.
- Permite reducir el agua de amasado en el concreto produciendo incrementos en las resistencias mecánicas.
- Aumento de la impermeabilidad.
- Disminución de las retracciones.
- No contiene cloruros.
- Colocación del concreto con una ligera vibración en los lugares con gran cuantía de acero o poco accesible.
- Rapidez en la colocación del concreto bombeado gracias a la mejora de su trabajabilidad (slump).

NORMA:

Plastiment HE-98 cumple con la norma ASTM C 494 tipo A

CONSUMO / DOSIS:

La dosis varía aproximadamente entre 2.5 cm³ a 6 cm³ por kilogramo de cemento. Para lograr una buena impermeabilidad, la dosis mínima debe ser 3.3 cm³ por kilogramo de cemento.

(Sika Perú S.A., 2014)

3.1.6.2. ADITIVOS SUPER PLASTIFICANTES.

Son reductores de agua-plastificantes especiales en que el efecto aniónico se ha multiplicado notablemente.

Se aplican diluidos en el agua de mezcla dentro del proceso de dosificación y producción del concreto, pero también se pueden añadir a una mezcla normal en el sitio de obra un momento antes del vaciado, produciendo resultados impresionantes en cuanto a la modificación de la trabajabilidad.

Por ejemplo, para una mezcla convencional con un slump de 2" a 3", el añadirle superplastificante puede producir asentamientos del orden de 6" a 8" sin alterar la relación Agua/Cemento.

El efecto es temporal, durando un mínimo del orden de 30 min a 45 min dependiendo del producto en particular y la dosificación, pero se puede seguir añadiendo aditivo si es necesario para volver a conferirle plasticidad al concreto.

La dosificación usual es el 0.2% al 2% del peso del cemento, debiendo tenerse cuidado con las sobre dosificaciones pues pueden producir segregación si las mezclas tienen tendencia hacia los gruesos o retardos en el tiempo de fraguado, que obligan a prolongar e intensificar el curado, algunas veces durante varios días, aunque después se desarrolla el comportamiento normal.

Las mezclas en las que se desee emplear superplastificantes deben tener un contenido de finos ligeramente superior al convencional ya que de otra manera se puede producir segregación si se exagera el vibrado.

Producen generalmente incremento de burbujas superficiales en el concreto por lo que hay que optimizar en obra tanto los tiempos de vibrado como la secuencia de estas operaciones, para reducir las burbujas al mínimo.

Su empleo sólo como plastificantes permite como hemos dicho, el suministrar características autonivelantes a concretos convencionales, lo que los hace ideales para vaciados con mucha congestión de armadura donde el vibrado es limitado.

(CivilGeek, Tipos de Aditivo para Concreto, s.f.)

El aditivo que utilizamos nosotros fue el EUCO-37.

- **SUPERPLASTIFICANTE EUCO 37:**

Es un aditivo reductor de agua de alto rango, superplastificante y optimizador de mezclas de concreto (altas reducciones de cemento/m³) Puede ser dosificado al concreto en la obra o en la planta de concreto premezclado. No se utilizan cloruros en su formulación; por lo tanto, se recomienda para concreto pretensado. Es también compatible con agentes inclusores de aire, impermeabilizantes, acelerantes y muchos otros aditivos; sin embargo, cada material debe ser agregado al concreto por separado.

PROPIEDADES:

Apariencia: Líquido color café

Densidad : 1.19 kg/lt

APLICACIONES PRINCIPALES:

Como Superplastificante:

Proporciona a la mezcla del concreto un incremento en el asentamiento (slump) sin necesidad de agregar más agua, facilitando la colocación del mismo haciéndolo apto para el bombeo.

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS:

Como Superplastificante:

Proporciona manejabilidad para bombear las mezclas a largas distancias. Se puede re dosificar hasta 3 veces el aditivo en la mezcla.

Adicionado en la planta, permite que el concreto sea transportado a largas distancias. Por el alto asentamiento (slump) que proporciona al concreto permite una buena colocación del mismo evitando la formación de cangrejas. Incrementa la cohesividad del concreto fluido así también disminuye la segregación.

RENDIMIENTO:

EUCO 37 se dosifica del 0.5 al 2% peso del cemento, de acuerdo a las características deseadas.

Pérdida de Asentamiento:

El concreto tratado con EUCO 37 retiene su consistencia plástica de 30 a 60 minutos después de ser dosificado, dependiendo de los asentamientos y las dosificaciones. Se puede agregar EUCO 37 en la planta de concreto premezclado, en la obra manualmente o con dosificadores de campo.

Utilice EUCO 537 para reemplazar a EUCO 37 cuando coloque concreto en climas cálidos ($>32^{\circ}\text{C}$).

Pérdida de Asentamiento Típica a 21°C :

Asentamiento inicial	Asentamiento después de 30 min
216 mm	178 mm
241 mm	203 mm

TABLA 3.34 PÉRDIDA DE ASENTAMIENTO TÍPICA

ESPECIFICACIONES/NORMAS:

Cumple por completo con los requerimientos de ASTM C-494, aditivos Tipo A y F.

USO DE EUCO 37:

Se presenta listo para su uso y debe incorporarse a la mezcla cuando ésta se encuentra mojada dentro del mezclador, ya sea en la planta o en la obra. Agregue EUCO 37 al agua. No debe entrar en contacto con el cemento seco. Se deben hacer ensayos previos con el fin de establecer la dosis que alcanza los efectos de fluidez o reducción de agua deseados.

(The Euclid Chemical Company, 2015)

3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO DE CONCRETO.

3.2.1. MÉTODO ACI.

El procedimiento para el diseño de mezclas según el método ACI es:

PASO 1: Calculo de la resistencia promedio requerida:

- Como se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla 3.37 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

TABLA 3.35 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

- De acuerdo a nuestra tesis de investigación requerimos que el concreto tenga una determinada consistencia, para lo cual utilizamos la siguiente tabla de asentamiento.

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

TABLA 3.36 CONSISTENCIA Y ASENTAMIENTOS

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado:

- Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor disponible, siempre teniendo en cuenta las dimensiones y características de la estructura.

- La norma técnica de edificaciones E. 060 prescribe que el agregado grueso no deberá ser mayor de:
 - a) $1/5$ de la menor dimensión entre las caras de encofrados.
 - b) $1/3$ del peralte de la losa.
 - c) $3/4$ del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, tendones o ductos de presfuerzo.
- Se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta $1\frac{1}{2}"$.

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

- La tabla 3.39, en base a las recomendaciones del comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)

Asentamiento	Agua, en l/m^3 , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concretos sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
	Concretos con aire incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

TABLA 3.37 REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO.

- La tabla 3.40 nos muestra el volumen aproximado de aire atrapado, en porcentaje, a ser esperado en un concreto sin aire incorporado, en función del tamaño máximo nominal.

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

TABLA 3.38 CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

- Obtenidos los valores de cantidad de agua y de aire atrapado para un metro cubico de concreto procedemos a calcular el volumen que ocupan dentro de la unidad de volumen de concreto:

$$\text{Volumen de agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Peso especifico del agua (1000 kg / m}^3\text{)}}$$

PASO 5: Elección de la relación agua/cemento por resistencia (a/c):

- La relación agua/cemento se toma teniendo en cuenta la siguiente tabla:

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

TABLA 3.39 RELACIÓN AGUA/CEMENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

En nuestro caso será necesario interpolar para obtener la relación agua/cemento de nuestras resistencias (140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm², 280kg/cm² y 350kg/cm²).

F'c (kg/cm ²)	F'cr (kg/cm ²)	Relación a/c sin aire incorporado
140	210	0.68
175	245	0.63
210	294	0.56
280	364	0.47
350	434	0.40

TABLA 3.40 RELACIÓN DE A/C SIN AIRE INCORPORADO

PASO 6: Cálculo del contenido de cemento:

- Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación a/c.

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

PASO 7: Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino:

- Se determina el contenido de agregado grueso mediante la tabla 3.43, elaborada por el comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino.
- La tabla 3.43 permite obtener un coeficiente b/b_o resultante de la división del peso seco del agregado grueso entre el peso unitario seco y compactado del agregado grueso expresado en kg/m³.

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

* Los volúmenes de agregado grueso mostrados, está en condición seca y compactada, tal como se describe en la norma ASTM C29.

Estos volúmenes han sido seleccionados a partir de relaciones empíricas para producir concretos con un grado adecuado de trabajabilidad para construcciones armadas usuales.

Para concretos menos trabajables, tales como el requerido en la construcción de pavimentos, pueden incrementarse los valores en 10% aprox.

Para concretos más trabajables, tales como los que pueden requerirse cuando la colocación es hecha por bombeo, los valores pueden reducirse hasta en un 10%.

TABLA 3.41 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO

- Obtenido b/b_0 procedemos a calcular la cantidad de agregado grueso necesario para un metro cubico de concreto, de la siguiente manera:

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

- Entonces los volúmenes de los agregados grueso y fino serán:

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

$$\text{Vol. agregado fino (m}^3\text{)} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} + \text{Vol. agregado grueso} + \text{Vol. ceniza})$$

- Por consiguiente, el peso seco del agregado fino será:

$$\text{Peso agregado fino (kg / m}^3\text{)} = (\text{Vol. agregado fino}) (\text{Peso específico del agregado fino})$$

PASO 8: Ajustes por humedad y absorción:

- El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectada por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirá la relación a/c y la trabajabilidad.
- Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a la compresión.

- Por lo tanto, analizando nuestros agregados:

Si:

$$\text{Agregado Grueso} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_g \\ \% \text{ absorcion} = \%a_g \end{array} \right.$$

$$\text{Agregado Fino} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_f \\ \% \text{ absorcion} = \%a_f \end{array} \right.$$

$$\text{Ceniza} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_c \\ \% \text{ absorción} = \%a_c \end{array} \right.$$

- Pesos de los agregados húmedos:

$$\text{Peso A. grueso humedo (kg)} = (\text{Peso A. grueso seco}) \cdot \left(1 + \frac{\%W_g}{100}\right)$$

$$\text{Peso A. fino humedo (kg)} = (\text{Peso A. fino seco}) \cdot \left(1 + \frac{\%W_f}{100}\right)$$

$$\text{Peso Ceniza humeda (kg)} = (\text{Peso Ceniza seca}) * \left(1 + \frac{\%W_c}{100}\right)$$

- Calculo del agua efectiva:

$$\text{Agua en agregado grueso} = (\text{Peso A. grueso seco}) \cdot \left(\frac{\%W_g - \%a_g}{100}\right) = X$$

$$\text{Agua en agregado fino} = (\text{Peso A. fino seco}) \cdot \left(\frac{\%W_f - \%a_f}{100}\right) = Y$$

$$\text{Agua en ceniza} = (\text{Peso ceniza seca}) * \left(\frac{\%W_c - \%a_c}{100} \right) = Z$$

$$\text{Agua efectiva (lts)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y + Z)$$

PASO 9: Calculo de las proporciones en peso:

$$\begin{array}{l} \text{Ceniza} \quad : \quad \text{Cemento} \quad : \quad \text{agregado fino} \quad : \quad \text{agregado grueso} / \text{agua} \\ \hline \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} \quad : \quad \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} \cdot \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} \cdot \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}} \end{array}$$

PASO 10: Calculo de las proporciones en volumen:

- Para realizar el cálculo de las proporciones en volumen será necesario conocer los pesos unitarios sueltos del cemento, agregado fino y agregado grueso.
- Volúmenes en estado suelto:

$$\begin{array}{l} \text{Cemento} \quad : \quad \text{Vol. cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso cemento (kg)}}{\text{P.U. cemento (1500 kg / m}^3\text{)}} \\ \text{Agregado fino} \quad : \quad \text{Vol. A. fino (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso A. fino humedo (kg)}}{\text{P.U. A. fino humedo (kg / m}^3\text{)}} \\ \text{Agregado grueso} \quad : \quad \text{Vol. A. grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso A. grueso humedo (kg)}}{\text{P.U. A. grueso humedo (kg / m}^3\text{)}} \\ \text{Ceniza} \quad : \quad \text{Vol. ceniza (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso Ceniza (kg)}}{\text{P. U. Ceniza (} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\text{)}} \end{array}$$

- En el caso del agua, este se calculará en litros por bolsa de cemento (lts/bls), de la siguiente manera:

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

- Finalmente se obtendrá las proporciones en volumen:

Ceniza : Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua (Lts/Bls)

$$\frac{Vol. ceniza}{Vol. cemento} : \frac{Vol. cemento}{Vol. cemento} : \frac{Vol. A. fino}{Vol. cemento} : \frac{Vol. A. grueso}{Vol. cemento} / Agua (Lts/Bls)$$

(Laura Huanca, 2006)

3.2.2. MÉTODO MÓDULO DE FINEZA.

El procedimiento para el diseño de mezclas según el método del módulo de fineza es:

PASO 1: Calculo de la resistencia promedio requerida:

- Como se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla 3.44 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

TABLA 3.42 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

- De acuerdo a nuestra tesis de investigación requerimos que el concreto tenga una determinada consistencia, para lo cual utilizamos la siguiente tabla de asentamiento.

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

TABLA 3.43 CONSISTENCIA Y ASENTAMIENTOS

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado:

- Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor disponible, siempre teniendo en cuenta las dimensiones y características de la estructura.
- La norma técnica de edificaciones E. 060 prescribe que el agregado grueso no deberá ser mayor de:
 - d) $1/5$ de la menor dimensión entre las caras de encofrados.
 - e) $1/3$ del peralte de la losa.
 - f) $3/4$ del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, tendones o ductos de presfuerzo.
- Se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta $1\frac{1}{2}"$.

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

- La tabla 3.46, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Asentamiento	Agua, en $1/m^3$, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

TABLA 3.44 REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO. á g . 97

- La tabla 3.47 nos muestra el volumen aproximado de aire atrapado, en porcentaje, a ser esperado en un concreto sin aire incorporado, en función del tamaño máximo nominal.

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

Tabla 3.45 Contenido de aire atrapado

- Obtenidos los valores de cantidad de agua y de aire atrapado para un metro cubico de concreto procedemos a calcular el volumen que ocupan dentro de la unidad de volumen de concreto:

$$\text{Volumen de agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Peso específico del agua (1000 kg / m}^3\text{)}}$$

PASO 5: Elección de la relación agua/cemento por resistencia (a/c):

- La relación agua/cemento se toma teniendo en cuenta la siguiente tabla:

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

TABLA 3.46 RELACIÓN AGUA/CEMENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

En nuestro caso será necesario interpolar para obtener la relación agua/cemento de nuestras resistencias (140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm², 280kg/cm² y 350kg/cm²).

F'c (kg/cm ²)	F'cr (kg/cm ²)	Relación a/c sin aire incorporado
140	210	0.68
175	245	0.63
210	294	0.56
280	364	0.47
350	434	0.40

TABLA 3.47 RELACIÓN DE A/C SIN AIRE INCORPORADO

PASO 6: Calculo del contenido de cemento:

- Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación a/c.

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'_{cr})}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

PASO 7: Calculo del volumen absoluto de la pasta:

- La suma de los volúmenes absolutos de los elementos integrantes de la pasta será:

$$\text{Volumen absoluto de la pasta} = \text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agua} + \text{Vol. Aire} + \text{Vol. Ceniza}$$

PASO 8: Calculo del volumen absoluto del agregado:

$$\text{Volumen absoluto del agregado} = 1 - \text{Volumen absoluto de la pasta}$$

PASO 9: Calculo del módulo de fineza de la combinación de agregados:

- Entrando a la tabla 3.50 con un contenido de cemento en bls/m³ y el tamaño máximo nominal del agregado grueso, se encuentra un valor del módulo de fineza de la combinación de agregados.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso		Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados.				
mm.	Pulg.	5	6	7	8	9
10	3/8	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
12.5	1/2	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69
20	3/4	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
25	1	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
40	1 1/2	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
50	2	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
70	3	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39

* Los valores de la Tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

** Los valores de la Tabla pueden dar mezclas ligeramente sobrearenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0.2.

TABLA 3.48 MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

PASO 10: CALCULO DEL VALOR DE r_r :

- Conocido el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados se puede determinar el porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado con la siguiente formula:

$$r_r = \frac{m_g - m}{m_g - m_r} \times 100$$

Donde:

m = Modulo de fineza de la combinación de agregados

m_r = Modulo de fineza del agregado fino

m_g = Modulo de fineza del agregado grueso

r_r = Porcentaje del agregado fino en relación al volumen absoluto total del Agregado

PASO 11: Calculo de los volúmenes absolutos del agregado:

Volumen absoluto del agregado fino = Volumen absoluto del agregado $\times r_r$

Volumen absoluto del agregado grueso = Volumen absoluto del agregado $\times (1 - r_r)$

PASO 12: Pesos secos de los agregados:

$$\text{Peso agregado fino (kg / m}^3\text{)} = (\text{Vol. agregado fino}) (\text{Peso específico del agregado fino})$$

$$\text{Peso agregado grueso } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = (\text{Vol. agregado grueso}) (\text{Peso específico del agregado grueso})$$

PASO 13: Ajustes por humedad y absorción:

- El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectada por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirá la relación a/c y la trabajabilidad.
- Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a la compresión.
- Por lo tanto, analizando nuestros agregados:

Si:

$$\begin{array}{l} \text{Agregado Grueso} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_g \\ \% \text{ absorcion} = \%a_g \end{array} \right. \\ \text{Agregado Fino} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_f \\ \% \text{ absorcion} = \%a_f \end{array} \right. \\ \text{Ceniza} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_c \\ \% \text{ absorción} = \%ac \end{array} \right. \end{array}$$

- Pesos de los agregados húmedos:

$$\text{Peso A. grueso humedo (kg)} = (\text{Peso A. grueso seco}) \cdot \left(1 + \frac{\%W_g}{100} \right)$$

$$\text{Peso A. fino humedo (kg)} = (\text{Peso A. fino seco}) \cdot \left(1 + \frac{\%W_f}{100} \right)$$

$$\text{Peso Ceniza húmeda (kg)} = (\text{Peso Ceniza seca}) * \left(1 + \frac{\%W_c}{100}\right)$$

- Cálculo del agua efectiva:

$$\text{Agua en agregado grueso} = (\text{Peso A. grueso seco}) * \left(\frac{\%W_g - \%a_g}{100}\right) = X$$

$$\text{Agua en agregado fino} = (\text{Peso A. fino seco}) * \left(\frac{\%W_f - \%a_f}{100}\right) = Y$$

$$\text{Agua en ceniza} = (\text{Peso ceniza seca}) * \left(\frac{\%W_c - \%a_c}{100}\right) = Z$$

$$\text{Agua efectiva (lts)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y + Z)$$

PASO 14: Cálculo de las proporciones en peso:

Ceniza	:	Cemento	:	agregado fino	:	agregado grueso / agua
$\frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}}$:	$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}}$:	$\frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}}$:	$\frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$

PASO 15: Cálculo de las proporciones en volumen:

- Para realizar el cálculo de las proporciones en volumen será necesario conocer los pesos unitarios sueltos del cemento, agregado fino y agregado grueso.
- Volúmenes en estado suelto:

$$\text{Cemento} : \text{Vol. cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso cemento (kg)}}{\text{P.U. cemento (1500 kg / m}^3\text{)}}$$

$$\text{Agregado fino} : \text{Vol. A. fino (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso A. fino húmedo (kg)}}{\text{P.U. A. fino húmedo (kg / m}^3\text{)}}$$

$$\text{Agregado grueso} : \text{Vol. A. grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso A. grueso húmedo (kg)}}{\text{P.U. A. grueso húmedo (kg / m}^3\text{)}}$$

$$\text{Ceniza : } Vol. ceniza (m^3) = \frac{\text{Peso Ceniza (kg)}}{\text{P. U. Ceniza } \left(\frac{kg}{m^3} \right)}$$

- En el caso del agua, este se calculará en litros por bolsa de cemento (lts/bls), de la siguiente manera:

$$Agua (Lts/Bls) = \frac{\text{Cantidad de agua por } m^3 \text{ de } C^o}{\left(\frac{\text{Peso cemento por } m^3 \text{ de } C^o}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

- Finalmente se obtendrá las proporciones en volumen:

Ceniza : Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua (Lts/Bls)

$$\frac{Vol. ceniza}{Vol. cemento} : \frac{Vol. cemento}{Vol. cemento} : \frac{Vol. A. fino}{Vol. cemento} : \frac{Vol. A. grueso}{Vol. cemento} / Agua (Lts/Bls)$$

(Laura Huanca, 2006)

3.3. CALCULOS Y DISEÑOS PARA LAS MUESTRAS A ANALIZAR.

3.3.1. DISEÑO DE MEZCLAS METODO ACI 211.

A continuación, presentamos los diseños para cada una de las resistencias investigadas (140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm², 280kg/cm² y 350kg/cm²):



FIGURA 3.28 MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS ACI

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211
DISEÑO 1

Resistencia = 140 kg/cm²
% de Ceniza = 0 %

PASO 1: Calculo de la resistencia promedio requerida:

f'c (kg/cm ²)	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

f'cr = 210 kg/cm²

PASO 2: Eleccion del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plastica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plastica 3" a 4"

PASO 3: Selección del tamaño maximo del agregado grueso:

TMN = 3/4"

PASO 4: Estimacion del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Asentamiento	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado = 205 lt/m³
Contenido de aire = 2 %
Volumen del agua = 0.205 m³
Volumen de aire = 0.02 m³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento por resistencia (a/c):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 210 kg/cm2

a/c = 0.68

PASO 6: Calculo del contenido de cemento:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 301.47 kg/m3

Volumen de cemento = 0.106 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol.agregado grueso}(m^3) = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m³

$$\text{Vol.agregado fino}(m^3) = 1 - (\text{Vol.agua} + \text{Vol.aire} + \text{Vol.cemento} + \text{Vol.agregado grueso} + \text{Vol.ceniza})$$

Volumen del agregado fino = 0.301 m³

$$\text{Peso agregado fino}(kg/m^3) = (\text{Vol.agregado fino})(\text{Peso específico del agregado fino})$$

Peso agregado fino = 721.15 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	301 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	721 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$\text{Peso A. grueso humedo}(kg) = (\text{Peso A. grueso seco}) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$\text{Peso A. fino humedo}(kg) = (\text{Peso A. fino seco}) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 725 kg/m³

$$\text{Agua en agregado grueso} = (\text{Peso A. grueso seco}) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$\text{Agua en agregado fino} = (\text{Peso A. fino seco}) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

Agua en agregado grueso = -7 lt/m³

Agua en agregado fino = -8 lt/m³

$$\text{Agua efectiva}(lts) = \text{Agua de diseño} - (X + Y)$$

Agua efectiva = 220 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	301 kg/m ³
Agua	220 lt/m ³
Agregado Fino	725 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Calculo de las proporciones en peso:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	3.32	2.41
	Agua	
	31.01	

PASO 12: Calculo de las proporciones en volumen:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua (Lts/Bls)

$$\frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	3.48	2.84
	Agua	
	31.01	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Diametro = 0.1016 m

Altura = 0.2032 m

Volumen = 0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:
CEMENTO

1m³ 513 kg
0.0016 m³ x

x = 0.82 kg/probeta

AGUA

1m³ 218 lt
0.0016 m³ x

x = 0.35 lt/probeta

AGREGADO FINO

1m³ 547 kg
0.0016 m³ x

x = 0.87 kg/probeta

AGREGADO GRUESO

1m³ 1002 kg
0.0016 m³ x

x = 1.60 kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211
DISEÑO 2

Resistencia = 175 kg/cm²
% de Ceniza = 0 %

PASO 1: Calculo de la resistencia promedio requerida:

f'c (kg/cm ²)	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

f'cr = 245 kg/cm²

PASO 2: Eleccion del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plastica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plastica 3" a 4"

PASO 3: Selección del tamaño maximo del agregado grueso:

TMN = 3/4"

PASO 4: Estimacion del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Asentamiento	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"								
	Concretos sin aire incorporado																
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113									
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124									
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...									
	Concretos con aire incorporado																
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107									
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119									
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...									

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado = 205 lt/m³
Contenido de aire = 2 %
Volumen del agua = 0.205 m³
Volumen de aire = 0.02 m³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento por resistencia (a/c):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 245 kg/cm2

a/c = 0.63

PASO 6: Calculo del contenido de cemento:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 325.40 kg/m3

Volumen de cemento = 0.114 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$Vol.agregado grueso(m^3) = \frac{Peso\ seco\ del\ A.\ grueso}{Peso\ especifico\ del\ A.\ grueso}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.292 m3

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg/m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 701.01 kg/m3

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	325 kg/m3
Agua	205 lt/m3
Agregado Fino	701 kg/m3
Agregado Grueso	1000 kg/m3

PASO 9: Ajustes por humedad y absorcion:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m3

Peso A. fino humedo = 705 kg/m3

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

Agua en agregado grueso = -7 lt/m3

Agua en agregado fino = -7 lt/m3

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y)$$

Agua efectiva = 220 lt/m3

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorcion:

Materiales	Peso
Cemento	325 kg/m3
Agua	220 lt/m3
Agregado Fino	705 kg/m3
Agregado Grueso	1002 kg/m3

PASO 11: Calculo de las proporciones en peso:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	3.08	2.17
	Agua	
	28.70	

PASO 12: Calculo de las proporciones en volumen:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua (Lts/Bls)

$$\frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	3.23	2.56
	Agua	
	28.70	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Diametro = 0.1016 m
 Altura = 0.2032 m
 Volumen = 0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	513	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.82	kg/probeta
AGUA		
1m ³	218	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta
AGREGADO FINO		
1m ³	547	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.87	kg/probeta
AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211
DISEÑO 3

Resistencia = 210 kg/cm²
% de Ceniza = 0 %

PASO 1: Calculo de la resistencia promedio requerida:

f'c (kg/cm ²)	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

f'cr = 294 kg/cm²

PASO 2: Eleccion del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plastica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plastica 3" a 4"

PASO 3: Selección del tamaño maximo del agregado grueso:

TMN = 3/4"

PASO 4: Estimacion del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Asentamiento	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"								
	Concretos sin aire incorporado																
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113									
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124									
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...									
	Concretos con aire incorporado																
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107									
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119									
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...									

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado = 205 lt/m³
Contenido de aire = 2 %
Volumen del agua = 0.205 m³
Volumen de aire = 0.02 m³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento por resistencia (a/c):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 294 kg/cm2

a/c = 0.56

PASO 6: Calculo del contenido de cemento:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 366.07 kg/m3

Volumen de cemento = 0.128 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$Vol.agregado grueso(m^3) = \frac{Peso\ seco\ del\ A.\ grueso}{Peso\ especifico\ del\ A.\ grueso}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m³

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.278 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg/m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 666.77 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	366 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	667 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorcion:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 671 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

Agua en agregado grueso = -7 lt/m³

Agua en agregado fino = -7 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y)$$

Agua efectiva = 219 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorcion:

Materiales	Peso
Cemento	366 kg/m ³
Agua	219 lt/m ³
Agregado Fino	671 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Calculo de las proporciones en peso:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	2.74	1.83
	Agua	
	25.47	

PASO 12: Calculo de las proporciones en volumen:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua (Lts/Bls)

$$\frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	2.87	2.16
	Agua	
	25.47	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Diametro = 0.1016 m

Altura = 0.2032 m

Volumen = 0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO

1m³ 513 kg
0.0016 m³ x

x = 0.82 kg/probeta

AGUA

1m³ 218 lt
0.0016 m³ x

x = 0.35 lt/probeta

AGREGADO FINO

1m³ 547 kg
0.0016 m³ x

x = 0.87 kg/probeta

AGREGADO GRUESO

1m³ 1002 kg
0.0016 m³ x

x = 1.60 kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211
DISEÑO 4

Resistencia = 280 kg/cm²
% de Ceniza = 0 %

PASO 1: Calculo de la resistencia promedio requerida:

f'c (kg/cm ²)	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

f'cr = 364 kg/cm²

PASO 2: Eleccion del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plastica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plastica 3" a 4"

PASO 3: Selección del tamaño maximo del agregado grueso:

TMN = 3/4"

PASO 4: Estimacion del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Asentamiento	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"								
	Concretos sin aire incorporado																
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113									
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124									
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...									
	Concretos con aire incorporado																
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107									
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119									
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...									

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado = 205 lt/m³
Contenido de aire = 2 %
Volumen del agua = 0.205 m³
Volumen de aire = 0.02 m³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento por resistencia (a/c):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 364 kg/cm2

a/c = 0.47

PASO 6: Calculo del contenido de cemento:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 436.17 kg/m3

Volumen de cemento = 0.153 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$Vol.agregado grueso(m^3) = \frac{Peso\ seco\ del\ A.\ grueso}{Peso\ especifico\ del\ A.\ grueso}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m³

$$Vol.agregado fino (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.253 m³

$$Peso\ agregado\ fino (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 607.77 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	436 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	608 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorcion:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco).(1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco).(1 + \frac{\%W_f}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 611 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco).(\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco).(\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

Agua en agregado grueso = -7 lt/m³

Agua en agregado fino = -6 lt/m³

$$Agua\ efectiva (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y)$$

Agua efectiva = 219 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorcion:

Materiales	Peso
Cemento	436 kg/m ³
Agua	219 lt/m ³
Agregado Fino	611 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Calculo de las proporciones en peso:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	2.30	1.40
	Agua	
	21.32	

PASO 12: Calculo de las proporciones en volumen:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua (Lts/Bls)

$$\frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	2.41	1.66
	Agua	
	21.32	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Diametro = 0.1016 m

Altura = 0.2032 m

Volumen = 0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:
CEMENTO

1m³ 513 kg
0.0016 m³ x

x = 0.82 kg/probeta

AGUA

1m³ 218 lt
0.0016 m³ x

x = 0.35 lt/probeta

AGREGADO FINO

1m³ 547 kg
0.0016 m³ x

x = 0.87 kg/probeta

AGREGADO GRUESO

1m³ 1002 kg
0.0016 m³ x

x = 1.60 kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211
DISEÑO 5

Resistencia = 350 kg/cm²
% de Ceniza = 0 %

PASO 1: Calculo de la resistencia promedio requerida:

f'c (kg/cm ²)	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

f'cr = 434 kg/cm²

PASO 2: Eleccion del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plastica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plastica 3" a 4"

PASO 3: Selección del tamaño maximo del agregado grueso:

TMN = 3/4"

PASO 4: Estimacion del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Asentamiento	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado = 205 lt/m³
Contenido de aire = 2 %
Volumen del agua = 0.205 m³
Volumen de aire = 0.02 m³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento por resistencia (a/c):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 434 kg/cm2

a/c = 0.4

PASO 6: Calculo del contenido de cemento:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 512.50 kg/m3

Volumen de cemento = 0.180 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol.agregado grueso}(m^3) = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m³

$$\text{Vol.agregado fino}(m^3) = 1 - (\text{Vol.agua} + \text{Vol.aire} + \text{Vol.cemento} + \text{Vol.agregado grueso} + \text{Vol.ceniza})$$

Volumen del agregado fino = 0.227 m³

$$\text{Peso agregado fino}(kg/m^3) = (\text{Vol.agregado fino})(\text{Peso específico del agregado fino})$$

Peso agregado fino = 543.52 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	513 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	544 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$\text{Peso A. grueso humedo}(kg) = (\text{Peso A. grueso seco}) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$\text{Peso A. fino humedo}(kg) = (\text{Peso A. fino seco}) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 547 kg/m³

$$\text{Agua en agregado grueso} = (\text{Peso A. grueso seco}) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$\text{Agua en agregado fino} = (\text{Peso A. fino seco}) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

Agua en agregado grueso = -7 lt/m³

Agua en agregado fino = -6 lt/m³

$$\text{Agua efectiva}(lts) = \text{Agua de diseño} - (X + Y)$$

Agua efectiva = 218 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	513 kg/m ³
Agua	218 lt/m ³
Agregado Fino	547 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Calculo de las proporciones en peso:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	1.96	1.07
	Agua	
	18.09	

PASO 12: Calculo de las proporciones en volumen:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua (Lts/Bls)

$$\frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Cemento	A. Grueso	A. Fino
1	2.05	1.26
	Agua	
	18.09	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Diametro = 0.1016 m

Altura = 0.2032 m

Volumen = 0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:
CEMENTO

1m³ 513 kg
0.0016 m³ x

x = 0.82 kg/probeta

AGUA

1m³ 218 lt
0.0016 m³ x

x = 0.35 lt/probeta

AGREGADO FINO

1m³ 547 kg
0.0016 m³ x

x = 0.87 kg/probeta

AGREGADO GRUESO

1m³ 1002 kg
0.0016 m³ x

x = 1.60 kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 6

Resistencia =	140 kg/cm ²
% de Ceniza =	5 %
% de Cemento =	95 %

PASO 1: Calculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

 $f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$

PASO 2: Eleccion del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plastica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plastica 3" a 4"

PASO 3: Selección del tamaño maximo del agregado grueso:

TMN = 3/4"

PASO 4: Estimacion del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"								
	Concretos sin aire incorporado																
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113									
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124									
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...									
	Concretos con aire incorporado																
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107									
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119									
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...									

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'_{cr}) (kg/cm ²)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para f'_{cr} = 210 kg/cm²

a/c = 0.68

a/c+ce = 0.678

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 302.42 kg/m³

Contenido de cemento = 287.30 kg

Contenido de ceniza = 15.12 kg

Volumen de cemento = 0.101 m³

Volumen de ceniza = 0.017 m³

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m³

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m³

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.289 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 692.28 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	287 kg/m ³
Ceniza	15 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	692 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 696 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 15 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -7.27 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.09 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 220 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	287 kg/m ³
Ceniza	15 kg/m ³
Agua	220 lt/m ³
Agregado Fino	696 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua}$$

$$\frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.053	1	3.49
A. Fino	Agua	
2.42	32.51	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)}$$

$$\frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.17	1	3.66
A. Fino	Agua	
2.86	32.51	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m ³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	287	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.46	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	15	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.02	kg/probeta

AGUA		
1m ³	220	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	696	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.11	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 7

Resistencia =	175 kg/cm ²
% de Ceniza =	5 %
% de Cemento =	95 %

PASO 1: Calculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

PASO 2: Eleccion del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plastica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

$$\text{Plastica} \quad 3'' \text{ a } 4''$$

PASO 3: Selección del tamaño maximo del agregado grueso:

$$\text{TMN} = 3/4''$$

PASO 4: Estimacion del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearan en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm ²)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 245 kg/cm²

a/c = 0.63

a/c+ce = 0.628

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 326.34 kg/m³

Contenido de cemento = 310.03 kg

Contenido de ceniza = 16.32 kg

Volumen de cemento = 0.109 m³

Volumen de ceniza = 0.018 m³

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m³

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m³

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.279 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 669.92 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	310 kg/m ³
Ceniza	16 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	670 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 674 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 16 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -7.03 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.10 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 220 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	310 kg/m ³
Ceniza	16 kg/m ³
Agua	220 lt/m ³
Agregado Fino	674 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua}$$

$$\frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.053	1	3.23
A. Fino	Agua	
2.17	30.09	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)}$$

$$\frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.17	1	3.39
A. Fino	Agua	
2.57	30.09	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	310	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.50	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	16	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.03	kg/probeta

AGUA		
1m ³	219	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	674	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.08	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 8

Resistencia =	210 kg/cm ²
% de Ceniza =	5 %
% de Cemento =	95 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$f'_{cr} =$	294 kg/cm ²
-------------	------------------------

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plástica	3" a 4"
----------	---------

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

TMN =	3/4"
-------	------

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 294 kg/cm2

a/c = 0.56

a/c+ce = 0.559

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 367.02 kg/m3

Contenido de cemento = 348.67 kg

Contenido de ceniza = 18.35 kg

Volumen de cemento = 0.122 m3

Volumen de ceniza = 0.021 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.263 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 631.90 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	349 kg/m ³
Ceniza	18 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	632 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 636 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 18 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -6.63 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.11 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 219 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	349 kg/m ³
Ceniza	18 kg/m ³
Agua	219 lt/m ³
Agregado Fino	636 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua} \\ \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} &: \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}} \\ \text{Agua (Lts/Bls)} &= \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.053	1	2.87
A. Fino	Agua	
1.82	26.71	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)} \\ \frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} &: \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.17	1	3.01
A. Fino	Agua	
2.15	26.71	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m ³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	349	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.56	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	18	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.03	kg/probeta

AGUA		
1m ³	219	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	636	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.02	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 9

Resistencia =	280 kg/cm ²
% de Ceniza =	5 %
% de Cemento =	95 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$$f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$$

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

$$\text{Plástica} \quad 3'' \text{ a } 4''$$

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

$$\text{TMN} = 3/4''$$

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 364 kg/cm2

a/c = 0.47

a/c+ce = 0.469

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 437.12 kg/m3

Contenido de cemento = 415.26 kg

Contenido de ceniza = 21.86 kg

Volumen de cemento = 0.146 m3

Volumen de ceniza = 0.025 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.236 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 566.39 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	415 kg/m ³
Ceniza	22 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	566 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 570 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 22 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -5.95 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.13 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 218 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	415 kg/m ³
Ceniza	22 kg/m ³
Agua	218 lt/m ³
Agregado Fino	570 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua} \\ \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} &: \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}} \\ \text{Agua (Lts/Bls)} &= \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.053	1	2.41
A. Fino	Agua	
1.37	22.36	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)} \\ \frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} &: \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.17	1	2.53
A. Fino	Agua	
1.62	22.36	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	415	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.66	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	22	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.03	kg/probeta

AGUA		
1m ³	218	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	570	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.91	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 10

Resistencia =	350 kg/cm ²
% de Ceniza =	5 %
% de Cemento =	95 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$f'_{cr} =$	434 kg/cm ²
-------------	------------------------

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plástica	3" a 4"
----------	---------

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

TMN =	3/4"
-------	------

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 434 kg/cm2

a/c = 0.4

a/c+ce = 0.399

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 513.45 kg/m3

Contenido de cemento = 487.77 kg

Contenido de ceniza = 25.67 kg

Volumen de cemento = 0.171 m3

Volumen de ceniza = 0.029 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.laire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.206 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 495.05 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	488 kg/m ³
Ceniza	26 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	495 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorcion:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 498 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 26 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -5.20 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.15 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 218 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorcion:

Materiales	Peso
Cemento	488 kg/m ³
Ceniza	26 kg/m ³
Agua	218 lt/m ³
Agregado Fino	498 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua}$$

$$\frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.053	1	2.05
A. Fino	Agua	
1.02	18.97	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)}$$

$$\frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.17	1	2.15
A. Fino	Agua	
1.21	18.97	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m ³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	488	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.78	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	26	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.04	kg/probeta

AGUA		
1m ³	218	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	498	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.80	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 11

Resistencia =	140 kg/cm ²
% de Ceniza =	10 %
% de Cemento =	90 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$f'_{cr} =$	210 kg/cm ²
-------------	------------------------

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plástica	3" a 4"
----------	---------

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

TMN =	3/4"
-------	------

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 210 kg/cm2

a/c = 0.68

a/c+ce = 0.672

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 305.25 kg/m3

Contenido de cemento = 274.73 kg

Contenido de ceniza = 30.53 kg

Volumen de cemento = 0.096 m3

Volumen de ceniza = 0.034 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg/m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.276 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino) (Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 661.29 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	275 kg/m ³
Ceniza	31 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	661 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 665 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 31 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -6.94 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.18 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 220 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	275 kg/m ³
Ceniza	31 kg/m ³
Agua	220 lt/m ³
Agregado Fino	665 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua} \\ \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} &: \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}} \\ \text{Agua (Lts/Bls)} &= \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.111	1	3.65
A. Fino	Agua	
2.42	33.96	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)} \\ \frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} &: \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.36	1	3.82
A. Fino	Agua	
2.86	33.96	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m ³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	275	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.44	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	31	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.05	kg/probeta

AGUA		
1m ³	219	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	665	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.06	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 12

Resistencia =	175 kg/cm ²
% de Ceniza =	10 %
% de Cemento =	90 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$f'_{cr} =$	245 kg/cm ²
-------------	------------------------

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plástica	3" a 4"
----------	---------

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

TMN =	3/4"
-------	------

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'_{cr}) (kg/cm ²)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'_{cr} = 245 kg/cm²

a/c = 0.63

a/c+ce = 0.623

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 329.18 kg/m³

Contenido de cemento = 296.26 kg

Contenido de ceniza = 32.92 kg

Volumen de cemento = 0.104 m³

Volumen de ceniza = 0.037 m³

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m³

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m³

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.265 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 636.71 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	296 kg/m ³
Ceniza	33 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	637 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 640 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 33 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -6.69 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.19 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 219 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	296 kg/m ³
Ceniza	33 kg/m ³
Agua	219 lt/m ³
Agregado Fino	640 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua}$$

$$\frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.111	1	3.38
A. Fino	Agua	
2.16	31.46	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)}$$

$$\frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.36	1	3.55
A. Fino	Agua	
2.55	31.46	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	296	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.47	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	33	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.05	kg/probeta

AGUA		
1m ³	219	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	640	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.02	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 13

Resistencia =	210 kg/cm ²
% de Ceniza =	10 %
% de Cemento =	90 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$f'_{cr} =$	294 kg/cm ²
-------------	------------------------

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plástica	3" a 4"
----------	---------

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

TMN =	3/4"
-------	------

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 294 kg/cm2

a/c = 0.56

a/c+ce = 0.554

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 369.86 kg/m3

Contenido de cemento = 332.87 kg

Contenido de ceniza = 36.99 kg

Volumen de cemento = 0.117 m3

Volumen de ceniza = 0.042 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MÓDULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg/m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.248 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 594.91 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	333 kg/m ³
Ceniza	37 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	595 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 598 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 37 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -6.25 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.22 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 219 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	333 kg/m ³
Ceniza	37 kg/m ³
Agua	219 lt/m ³
Agregado Fino	598 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua} \\ \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}} \\ \text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.111	1	3.01
A. Fino	Agua	
1.80	27.94	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)} \\ \frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.36	1	3.16
A. Fino	Agua	
2.12	27.94	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m ³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	333	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.53	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	37	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.06	kg/probeta

AGUA		
1m ³	219	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	598	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.96	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 14

Resistencia =	280 kg/cm ²
% de Ceniza =	10 %
% de Cemento =	90 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$$f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$$

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

$$\text{Plástica} \quad 3'' \text{ a } 4''$$

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

$$\text{TMN} = 3/4''$$

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 364 kg/cm2

a/c = 0.47

a/c+ce = 0.466

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso especifico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 439.95 kg/m3

Contenido de cemento = 395.96 kg

Contenido de ceniza = 44.00 kg

Volumen de cemento = 0.139 m3

Volumen de ceniza = 0.049 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso especifico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.218 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 522.89 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	396 kg/m ³
Ceniza	44 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	523 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 526 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 44 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -5.49 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.26 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 218 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	396 kg/m ³
Ceniza	44 kg/m ³
Agua	218 lt/m ³
Agregado Fino	526 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua} \\ \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} &: \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}} \\ \text{Agua (Lts/Bls)} &= \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.111	1	2.53
A. Fino	Agua	
1.33	23.42	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)} \\ \frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} &: \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.36	1	2.65
A. Fino	Agua	
1.57	23.42	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	396	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.63	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	44	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.07	kg/probeta

AGUA		
1m ³	218	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	526	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.84	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 15

Resistencia =	350 kg/cm ²
% de Ceniza =	10 %
% de Cemento =	90 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$$f'_{cr} = 434 \text{ kg/cm}^2$$

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

$$\text{Plástica} \quad 3'' \text{ a } 4''$$

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

$$\text{TMN} = 3/4''$$

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 434 kg/cm2

a/c = 0.4

a/c+ce = 0.397

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 516.28 kg/m3

Contenido de cemento = 464.66 kg

Contenido de ceniza = 51.63 kg

Volumen de cemento = 0.163 m3

Volumen de ceniza = 0.058 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.185 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 444.47 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	465 kg/m ³
Ceniza	52 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	444 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 447 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 52 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -4.67 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.30 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 217 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	465 kg/m ³
Ceniza	52 kg/m ³
Agua	217 lt/m ³
Agregado Fino	447 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua} \\ \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} &: \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}} \\ \text{Agua (Lts/Bls)} &= \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.111	1	2.16
A. Fino	Agua	
0.96	19.88	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)} \\ \frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} &: \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.36	1	2.26
A. Fino	Agua	
1.14	19.88	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m ³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	465	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.74	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	52	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.08	kg/probeta

AGUA		
1m ³	217	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	447	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.72	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 16

Resistencia =	140 kg/cm ²
% de Ceniza =	15 %
% de Cemento =	85 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

 $f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plástica 3" a 4"

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

TMN = 3/4"

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 210 kg/cm2

a/c = 0.68

a/c+ce = 0.661

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 309.99 kg/m3

Contenido de cemento = 263.49 kg

Contenido de ceniza = 46.50 kg

Volumen de cemento = 0.092 m3

Volumen de ceniza = 0.052 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.262 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 627.65 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	263 kg/m ³
Ceniza	46 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	628 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 631 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 46 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -6.59 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.27 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 219 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	263 kg/m ³
Ceniza	46 kg/m ³
Agua	219 lt/m ³
Agregado Fino	631 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua} \\ \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} &: \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}} \\ \text{Agua (Lts/Bls)} &= \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.176	1	3.80
A. Fino	Agua	
2.40	35.37	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} &: \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)} \\ \frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} &: \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.57	1	3.99
A. Fino	Agua	
2.83	35.37	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m ³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	263	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.42	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	46	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.07	kg/probeta

AGUA		
1m ³	219	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	631	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.01	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 17

Resistencia =	175 kg/cm ²
% de Ceniza =	15 %
% de Cemento =	85 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$f'_{cr} =$	245 kg/cm ²
-------------	------------------------

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plástica	3" a 4"
----------	---------

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

TMN =	3/4"
-------	------

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 245 kg/cm2

a/c = 0.63

a/c+ce = 0.614

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 333.91 kg/m3

Contenido de cemento = 283.82 kg

Contenido de ceniza = 50.09 kg

Volumen de cemento = 0.100 m3

Volumen de ceniza = 0.056 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.250 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 600.84 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	284 kg/m ³
Ceniza	50 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	601 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 604 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 50 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -6.31 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.30 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 219 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	284 kg/m ³
Ceniza	50 kg/m ³
Agua	219 lt/m ³
Agregado Fino	604 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua}$$

$$\frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.176	1	3.53
A. Fino	Agua	
2.13	32.79	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)}$$

$$\frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.57	1	3.70
A. Fino	Agua	
2.51	32.79	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	284	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.45	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	50	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.08	kg/probeta

AGUA		
1m ³	219	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	604	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.97	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 18

Resistencia =	210 kg/cm ²
% de Ceniza =	15 %
% de Cemento =	85 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$f'_{cr} =$	294 kg/cm ²
-------------	------------------------

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plástica	3" a 4"
----------	---------

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

TMN =	3/4"
-------	------

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 294 kg/cm2

a/c = 0.56

a/c+ce = 0.547

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 374.59 kg/m3

Contenido de cemento = 318.40 kg

Contenido de ceniza = 56.19 kg

Volumen de cemento = 0.112 m3

Volumen de ceniza = 0.063 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.231 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 555.28 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	318 kg/m ³
Ceniza	56 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	555 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 558 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 56 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -5.83 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.33 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 219 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	318 kg/m ³
Ceniza	56 kg/m ³
Agua	219 lt/m ³
Agregado Fino	558 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua}$$

$$\frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.176	1	3.15
A. Fino	Agua	
1.75	29.17	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)}$$

$$\frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.57	1	3.30
A. Fino	Agua	
2.07	29.17	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	318	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.51	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	56	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.09	kg/probeta

AGUA		
1m ³	218	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	558	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.89	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 19

Resistencia =	280 kg/cm ²
% de Ceniza =	15 %
% de Cemento =	85 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

Plástica 3" a 4"

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

TMN = 3/4"

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm ²)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 364 kg/cm²

a/c = 0.47

a/c+ce = 0.461

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 444.68 kg/m³

Contenido de cemento = 377.98 kg

Contenido de ceniza = 66.70 kg

Volumen de cemento = 0.133 m³

Volumen de ceniza = 0.075 m³

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de fineza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m³

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m³

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.199 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 476.75 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	378 kg/m ³
Ceniza	67 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	477 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 480 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 67 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -5.01 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.39 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 218 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	378 kg/m ³
Ceniza	67 kg/m ³
Agua	218 lt/m ³
Agregado Fino	480 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua}$$

$$\frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

$$\text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.176	1	2.65
A. Fino	Agua	
1.27	24.49	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)}$$

$$\frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.57	1	2.78
A. Fino	Agua	
1.50	24.49	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m ³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	378	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.60	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	67	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.11	kg/probeta

AGUA		
1m ³	217	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	480	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.77	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

DISEÑO DE MEZCLAS ACI 211

DISEÑO 20

Resistencia =	350 kg/cm ²
% de Ceniza =	15 %
% de Cemento =	85 %

PASO 1: Cálculo de la resistencia promedio requerida:

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

$$f'_{cr} = 434 \text{ kg/cm}^2$$

PASO 2: Elección del asentamiento (slump):

Consistencia	Asentamiento (plg)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	mayor a 4

$$\text{Plástica} \quad 3'' \text{ a } 4''$$

PASO 3: Selección del tamaño máximo del agregado grueso:

$$\text{TMN} = 3/4''$$

PASO 4: Estimación del agua de mezclado y el contenido de aire:

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (ACI)									CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados								Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"		
	Concretos sin aire incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	3/8"	3,0%
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124	1/2"	2,5%
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	3/4"	2,0%
	Concretos con aire incorporado								1"	1,5%
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	1 1/2"	1,0%
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	2"	0,5%
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	3"	0,3%
									6"	0,2%

* Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.

** Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corres-

Agua de mezclado =	205 lt/m ³
Contenido de aire =	2 %
Volumen del agua =	0.205 m ³
Volumen de aire =	0.02 m ³

PASO 5: Eleccion de la relacion agua/cemento + ceniza por resistencia (a/c+ce):

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Para F'cr = 434 kg/cm2

a/c = 0.4

a/c+ce = 0.393

PASO 6: Calculo del contenido de cemento y ceniza:

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts / m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg / m}^3\text{)}}$$

Contenido de cemento = 521.01 kg/m3

Contenido de cemento = 442.86 kg

Contenido de ceniza = 78.15 kg

Volumen de cemento = 0.155 m3

Volumen de ceniza = 0.088 m3

PASO 7: Estimacion del contenido de agregado grueso y agregado fino:

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finiza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Modulo de finiza = 2.566

TMN = 3/4"

Factor agregado grueso (b/bo) = 0.64

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Peso seco del A. grueso = 1000.42 kg/m3

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

Volumen del Agregado grueso = 0.369 m3

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso + Vol.ceniza)$$

Volumen del agregado fino = 0.163 m³

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg / m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ especifico\ del\ agregado\ fino)$$

Peso agregado fino = 391.24 kg/m³

PASO 8: Valores de diseño:

Materiales	Peso
Cemento	443 kg/m ³
Ceniza	78 kg/m ³
Agua	205 lt/m ³
Agregado Fino	391 kg/m ³
Agregado Grueso	1000 kg/m ³

PASO 9: Ajustes por humedad y absorción:

$$Peso\ A.\ grueso\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_g}{100})$$

$$Peso\ A.\ fino\ humedo\ (kg) = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (1 + \frac{\%W_f}{100})$$

$$Peso\ Ceniza\ humeda\ (kg) = (Peso\ Ceniza\ seca) * (1 + \frac{\%W_c}{100})$$

Peso A. grueso humedo = 1002 kg/m³

Peso A. fino humedo = 394 kg/m³

Peso Ceniza humeda = 78 kg/m³

$$Agua\ en\ agregado\ grueso = (Peso\ A.\ grueso\ seco) \cdot (\frac{\%W_g - \%a_g}{100}) = X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino = (Peso\ A.\ fino\ seco) \cdot (\frac{\%W_f - \%a_f}{100}) = Y$$

$$Agua\ en\ ceniza = (Peso\ ceniza\ seca) * (\frac{\%W_c - \%a_c}{100}) = Z$$

Agua en agregado grueso = -7.40 lt/m³

Agua en agregado fino = -4.11 lt/m³

Agua en la ceniza = -0.46 lt/m³

$$Agua\ efectiva\ (lts) = Agua\ de\ diseño - (X + Y + Z)$$

Agua efectiva = 217 lt/m³

PASO 10: Pesos corregidos por humedad y absorción:

Materiales	Peso
Cemento	443 kg/m ³
Ceniza	78 kg/m ³
Agua	217 lt/m ³
Agregado Fino	394 kg/m ³
Agregado Grueso	1002 kg/m ³

PASO 11: Cálculo de las proporciones en peso:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua} \\ \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}} \\ \text{Agua (Lts/Bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}} \right)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.176	1	2.26
A. Fino	Agua	
0.89	20.82	

PASO 12: Cálculo de las proporciones en volumen:

$$\begin{aligned} \text{Ceniza} : \text{Cemento} : \text{agregado fino} : \text{agregado grueso} / \text{agua (Lts/Bls)} \\ \frac{\text{Vol. ceniza}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Bls)} \end{aligned}$$

Ceniza	Cemento	A. Grueso
0.57	1	2.37
A. Fino	Agua	
1.05	20.82	

PASO 13: Volumen de una probeta:

Dímetro =	0.1016 m
Altura =	0.2032 m
Volumen =	0.0016 m ³

PASO 14: Calculando el diseño para las probetas:

CEMENTO		
1m ³	443	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.71	kg/probeta

CENIZA		
1m ³	78	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.13	kg/probeta

AGUA		
1m ³	217	lt
0.0016 m ³	x	
x =	0.35	lt/probeta

AGREGADO FINO		
1m ³	394	kg
0.0016 m ³	x	
x =	0.63	kg/probeta

AGREGADO GRUESO		
1m ³	1002	kg
0.0016 m ³	x	
x =	1.60	kg/probeta

3.3.2. DISEÑO DE MEZCLAS MODULO DE FINEZA.

A continuación, presentamos los diseños para cada una de las resistencias investigadas (140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm², 280kg/cm² y 350kg/cm²):



FIGURA 3.29 AGREGADOS FINO Y GRUESO

3.3.2.1. DISEÑOS $f'c = 140 \text{ KG/CM}^2$

DISEÑO: M.F. - $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ - 0% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	210		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	210	kg/ cm ²	
A/C	0.684		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.684		
Vol. Agua	205	lt/ m ³	
Cemento	299.71	kg/ m ³	
	7.00	bls/ m ³	
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.105		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL	0.330		
Volumen Agregado	0.670	m ³	
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	7.00	bls.	
TMN	3/4	"	
Valor Modulo de Fineza	5.04		
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS			
MODULO DE FINEZA AGREGADOS			
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566		
Mod. Fineza Aq. Grueso	6.344		

PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	34.52	%
Porcentaje Ag. Grueso	65.48	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.23	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.44	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	554.78	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1190.75	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	299.71	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	554.78	kg/ m ³
Agregado grueso	1190.75	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	558.00	kg/ m ³
Agregado grueso	1193.02	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.83	lt/ m ³
Agregado grueso	-8.81	lt/ m ³
Sumatoria	-14.64	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	219.64	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	299.71	kg/ m ³
Agua efectiva	219.64	lt/ m ³
Agregado fino	558.00	kg/ m ³
Agregado grueso	1193.02	kg/ m ³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		

MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
Agregado fino	1.86	
Agregado grueso	3.98	
Agua efectiva	31.15	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	31.15	lt/bls
Agregado fino	79.13	kg/bls
Agregado grueso	169.18	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	299.71	Kg/m³
Agr. Fino	558.00	Kg/m³
Agr. Grueso	1193.02	Kg/m³
Agua	219.64	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.49	Kg.
Agr. Fino	0.92	Kg.
Agr. Grueso	1.97	Kg.
Agua	0.36	Lt.

DISEÑO: M.F. - $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ - 5% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	210		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	210		kg/ cm ²
% Cemento	95		%
% CCA	5		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.682		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.682		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	300.65	kg/ m ³	
	7.00	bls/ m ³	
Cemento Abs.	285.62		
CCA Abs.	15.03		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.100		
CCA	0.017		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL	0.342		
Volumen Agregado	0.658		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	7.00		bls.
TMN	3/4		"
Valor Modulo de Fineza	5.04		
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS			

MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	34.52	%
Porcentaje Ag. Grueso	65.48	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.23	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.43	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	544.84	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1169.43	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	285.62	kg/ m ³
CCA	15.03	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	544.84	kg/ m ³
Agregado grueso	1169.43	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	548.00	kg/ m ³
Agregado grueso	1171.65	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.72	lt/ m ³
Agregado grueso	-8.65	lt/ m ³
CCA	-0.09	lt/ m ³
Sumatoria	-14.46	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	219.46	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	285.62	kg/ m ³

CCA	15.03	kg/ m ³
Agua efectiva	219.46	lt/ m ³
Agregado fino	548.00	kg/ m ³
Agregado grueso	1171.65	kg/ m ³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.05	
Agregado fino	1.92	
Agregado grueso	4.10	
Agua efectiva	32.66	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	2.24	kg/bls
Agua efectiva	32.66	lt/bls
Agregado fino	81.54	kg/bls
Agregado grueso	174.34	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	285.62	Kg/m ³
CCA	15.03	Kg/m ³
Agr. Fino	548.00	Kg/m ³
Agr. Grueso	1171.65	Kg/m ³
Agua	219.46	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m ³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.471	Kg.
CCA	0.025	Kg.
Agr. Fino	0.903	Kg.
Agr. Grueso	1.930	Kg.
Agua	0.362	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ - 10% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	210		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"		4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	210		kg/ cm ²
% Cemento	90		%
% CCA	10		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.675		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.675		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	303.49		kg/ m ³
	7.00		bls/ m ³
Cemento Abs.	273.14		
CCA Abs.	30.35		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.096		
CCA	0.034		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.355	
Volumen Agregado	0.645		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	7.00		bls.
TMN	3/4		"

Valor Modulo de Fineza	5.04	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	34.52	%
Porcentaje Ag. Grueso	65.48	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.22	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.42	m³
Peso Seco del Ag. Fino	534.08	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1146.32	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	273.14	kg/ m³
CCA	30.35	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	534.08	kg/ m³
Agregado grueso	1146.32	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	537.18	kg/ m³
Agregado grueso	1148.50	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.61	lt/ m³
Agregado grueso	-8.48	lt/ m³
CCA	-0.18	lt/ m³
Sumatoria	-14.27	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	219.27	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	273.14	kg/ m³
CCA	30.35	kg/ m³
Agua efectiva	219.27	lt/ m³
Agregado fino	537.18	kg/ m³
Agregado grueso	1148.50	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.11	
Agregado fino	1.97	
Agregado grueso	4.20	
Agua efectiva	34.12	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	4.72	kg/bls
Agua efectiva	34.12	lt/bls
Agregado fino	83.58	kg/bls
Agregado grueso	178.70	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	273.14	Kg/m³
CCA	30.35	Kg/m³
Agr. Fino	537.18	Kg/m³
Agr. Grueso	1148.50	Kg/m³
Agua	219.27	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.450	Kg.
CCA	0.050	Kg.
Agr. Fino	0.885	Kg.
Agr. Grueso	1.892	Kg.
Agua	0.361	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ - 15% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	210		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	210		kg/ cm ²
% Cemento	85		%
% CCA	15		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.665		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.665		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	308.22		kg/ m ³
	7.00		bls/ m ³
Cemento Abs.	261.99		
CCA Abs.	46.23		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.092		
CCA	0.052		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.369	
Volumen Agregado	0.631		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	7.00		bls.
TMN	3/4		"

Valor Modulo de Fineza	5.04	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	34.52	%
Porcentaje Ag. Grueso	65.48	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.22	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.41	m³
Peso Seco del Ag. Fino	522.49	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1121.44	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	261.99	kg/ m³
CCA	46.23	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	522.49	kg/ m³
Agregado grueso	1121.44	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	525.52	kg/ m³
Agregado grueso	1123.57	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.49	lt/ m³
Agregado grueso	-8.30	lt/ m³
CCA	-0.27	lt/ m³
Sumatoria	-14.06	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	219.06	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	261.99	kg/ m³
CCA	46.23	kg/ m³
Agua efectiva	219.06	lt/ m³
Agregado fino	525.52	kg/ m³
Agregado grueso	1123.57	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.18	
Agregado fino	2.01	
Agregado grueso	4.29	
Agua efectiva	35.54	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	7.50	kg/bls
Agua efectiva	35.54	lt/bls
Agregado fino	85.25	kg/bls
Agregado grueso	182.27	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	261.99	Kg/m³
CCA	46.23	Kg/m³
Agr. Fino	525.52	Kg/m³
Agr. Grueso	1123.57	Kg/m³
Agua	219.06	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.432	Kg.
CCA	0.076	Kg.
Agr. Fino	0.866	Kg.
Agr. Grueso	1.851	Kg.
Agua	0.361	Lt.



3.3.2.2. DISEÑOS $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$

DISEÑO: M.F. - $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ - 0% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	245		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN		3/4	"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas		3"	4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua		205	(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire		2	%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$		245	kg/ cm ²
A/C		0.628	
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C		0.628	
Vol. Agua		205	lt/ m ³
Cemento		326.43	kg/ m ³
		8.00	bls/ m ³
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento		0.115	
Agua		0.205	
% de Aire		0.02	
TOTAL		0.340	
Volumen Agregado		0.660	m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento		8.00	bls.
TMN		3/4	"
Valor Modulo de Fineza		5.11	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS			
MODULO DE FINEZA AGREGADOS			
Mod. Fineza Ag. Fino		2.566	
Mod. Fineza Aq. Grueso		6.344	

PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	32.66	%
Porcentaje Ag. Grueso	67.34	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.22	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.44	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	517.16	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1206.17	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	326.43	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	517.16	kg/ m ³
Agregado grueso	1206.17	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	520.16	kg/ m ³
Agregado grueso	1208.46	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.43	lt/ m ³
Agregado grueso	-8.93	lt/ m ³
Sumatoria	-14.36	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	219.36	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	326.43	kg/ m ³
Agua efectiva	219.36	lt/ m ³
Agregado fino	520.16	kg/ m ³
Agregado grueso	1208.46	kg/ m ³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		

MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
Agregado fino	1.59	
Agregado grueso	3.70	
Agua efectiva	28.56	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	28.56	lt/bls
Agregado fino	67.72	kg/bls
Agregado grueso	157.34	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	326.43	Kg/m ³
Agr. Fino	520.16	Kg/m ³
Agr. Grueso	1208.46	Kg/m ³
Agua	219.36	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m ³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.54	Kg.
Agr. Fino	0.86	Kg.
Agr. Grueso	1.99	Kg.
Agua	0.36	Lt.

DISEÑO: M.F. - $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ - 5% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	245		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	245	kg/ cm ²	
% Cemento	95	%	
% CCA	5	%	
Ge CCA	0.889	kg/ m ³	
A/C	0.626		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.626		
Vol. Agua	205	lt/ m ³	
Cemento (100%)	327.38	kg/ m ³	
	8.00	bls/ m ³	
Cemento Abs.	311.01		
CCA Abs.	16.37		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.109		
CCA	0.018		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL	0.352		
Volumen Agregado	0.648	m ³	
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	8.00	bls.	
TMN	3/4	"	
Valor Modulo de Fineza	5.11		
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS			

MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	32.66	%
Porcentaje Ag. Grueso	67.34	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.21	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.44	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	507.76	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1184.24	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	311.01	kg/ m ³
CCA	16.37	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	507.76	kg/ m ³
Agregado grueso	1184.24	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	510.70	kg/ m ³
Agregado grueso	1186.49	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.33	lt/ m ³
Agregado grueso	-8.76	lt/ m ³
CCA	-0.10	lt/ m ³
Sumatoria	-14.19	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	219.19	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	311.01	kg/ m ³

CCA	16.37	kg/ m ³
Agua efectiva	219.19	lt/ m ³
Agregado fino	510.70	kg/ m ³
Agregado grueso	1186.49	kg/ m ³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.05	
Agregado fino	1.64	
Agregado grueso	3.81	
Agua efectiva	29.95	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	2.24	kg/bls
Agua efectiva	29.95	lt/bls
Agregado fino	69.79	kg/bls
Agregado grueso	162.14	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	311.01	Kg/m ³
CCA	16.37	Kg/m ³
Agr. Fino	510.70	Kg/m ³
Agr. Grueso	1186.49	Kg/m ³
Agua	219.19	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m ³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.512	Kg.
CCA	0.027	Kg.
Agr. Fino	0.841	Kg.
Agr. Grueso	1.955	Kg.
Agua	0.361	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ - 10% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	245		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	245		kg/ cm ²
% Cemento	90		%
% CCA	10		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.621		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.621		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	330.22		kg/ m ³
	8.00		bls/ m ³
Cemento Abs.	297.20		
CCA Abs.	33.02		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.104		
CCA	0.037		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.366	
Volumen Agregado	0.634		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	8.00		bls.
TMN	3/4		"

Valor Modulo de Fineza	5.11	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	32.66	%
Porcentaje Ag. Grueso	67.34	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.21	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.43	m³
Peso Seco del Ag. Fino	496.79	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1158.66	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	297.20	kg/ m³
CCA	33.02	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	496.79	kg/ m³
Agregado grueso	1158.66	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	499.67	kg/ m³
Agregado grueso	1160.86	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.22	lt/ m³
Agregado grueso	-8.57	lt/ m³
CCA	-0.19	lt/ m³
Sumatoria	-13.99	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	218.99	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	297.20	kg/ m³
CCA	33.02	kg/ m³
Agua efectiva	218.99	lt/ m³
Agregado fino	499.67	kg/ m³
Agregado grueso	1160.86	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.11	
Agregado fino	1.68	
Agregado grueso	3.91	
Agua efectiva	31.32	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	4.72	kg/bls
Agua efectiva	31.32	lt/bls
Agregado fino	71.45	kg/bls
Agregado grueso	166.01	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	297.20	Kg/m³
CCA	33.02	Kg/m³
Agr. Fino	499.67	Kg/m³
Agr. Grueso	1160.86	Kg/m³
Agua	218.99	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.490	Kg.
CCA	0.054	Kg.
Agr. Fino	0.823	Kg.
Agr. Grueso	1.912	Kg.
Agua	0.361	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ - 15% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	245		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	245		kg/ cm ²
% Cemento	85		%
% CCA	15		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.612		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.612		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	334.95	kg/ m ³	
	8.00	bls/ m ³	
Cemento Abs.	284.71		
CCA Abs.	50.24		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.100		
CCA	0.057		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL	0.382		
Volumen Agregado	0.618		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	8.00		bls.
TMN	3/4		"
Valor Modulo de Fineza	5.11		
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS			

MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	32.66	%
Porcentaje Ag. Grueso	67.34	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.20	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.42	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	484.25	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1129.41	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	284.71	kg/ m ³
CCA	50.24	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	484.25	kg/ m ³
Agregado grueso	1129.41	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	487.06	kg/ m ³
Agregado grueso	1131.56	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.08	lt/ m ³
Agregado grueso	-8.36	lt/ m ³
CCA	-0.30	lt/ m ³
Sumatoria	-13.74	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	218.74	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	284.71	kg/ m ³

CCA	50.24	kg/ m ³
Agua efectiva	218.74	lt/ m ³
Agregado fino	487.06	kg/ m ³
Agregado grueso	1131.56	kg/ m ³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.18	
Agregado fino	1.71	
Agregado grueso	3.97	
Agua efectiva	32.65	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	7.50	kg/bls
Agua efectiva	32.65	lt/bls
Agregado fino	72.71	kg/bls
Agregado grueso	168.92	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	284.71	Kg/m ³
CCA	50.24	Kg/m ³
Agr. Fino	487.06	Kg/m ³
Agr. Grueso	1131.56	Kg/m ³
Agua	218.74	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m ³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.469	Kg.
CCA	0.083	Kg.
Agr. Fino	0.802	Kg.
Agr. Grueso	1.864	Kg.
Agua	0.360	Lt.



3.3.2.3. DISEÑOS F'C = 210 KG/CM2

DISEÑO: M.F. - $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ - 0% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	294		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	294		kg/ cm ²
A/C	0.558		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.5584		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento	367.12		kg/ m ³
	9.00		bls/ m ³
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.129		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.354	
Volumen Agregado	0.646		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	9.00		bls.
TMN	3/4		"
Valor Modulo de Fineza	5.19		
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS			
MODULO DE FINEZA AGREGADOS			

Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	30.55	%
Porcentaje Ag. Grueso	69.45	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.20	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.45	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	473.38	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1217.71	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367.12	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	473.38	kg/ m ³
Agregado grueso	1217.71	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	476.12	kg/ m ³
Agregado grueso	1220.02	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-4.97	lt/ m ³
Agregado grueso	-9.01	lt/ m ³
Sumatoria	-13.98	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	218.98	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367.12	kg/ m ³
Agua efectiva	218.98	lt/ m ³
Agregado fino	476.12	kg/ m ³
Agregado grueso	1220.02	kg/ m ³

PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
Agregado fino	1.30	
Agregado grueso	3.32	
Agua efectiva	25.35	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	25.35	lt/bls
Agregado fino	55.12	kg/bls
Agregado grueso	141.24	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367.12	Kg/m³
Agr. Fino	476.12	Kg/m³
Agr. Grueso	1220.02	Kg/m³
Agua	218.98	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.60	Kg.
Agr. Fino	0.78	Kg.
Agr. Grueso	2.01	Kg.
Aqua	0.36	Lt.

DISEÑO: M.F. - $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ - 5% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	294		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN		3/4	"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas		3"	4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua		205	(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire		2	%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$		294	kg/ cm ²
% Cemento		95	%
% CCA		5	%
Ge CCA		0.889	kg/ m ³
A/C		0.557	
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C		0.557	
Vol. Agua		205	lt/ m ³
Cemento (100%)		368.07	kg/ m ³
		9.00	bls/ m ³
Cemento Abs.		349.66	
CCA Abs.		18.40	
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento		0.123	
CCA		0.021	
Agua		0.205	
% de Aire		0.02	
TOTAL		0.369	
Volumen Agregado		0.631	m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento		9.00	bls.
TMN		3/4	"
Valor Modulo de Fineza		5.19	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS			

MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	30.55	%
Porcentaje Ag. Grueso	69.45	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.19	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.44	m³
Peso Seco del Ag. Fino	462.38	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1189.44	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	349.66	kg/ m³
CCA	18.40	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	462.38	kg/ m³
Agregado grueso	1189.44	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	465.07	kg/ m³
Agregado grueso	1191.70	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-4.86	lt/ m³
Agregado grueso	-8.80	lt/ m³
CCA	-0.11	lt/ m³
Sumatoria	-13.77	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	218.77	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	349.66	kg/ m³

CCA	18.40	kg/ m ³
Agua efectiva	218.77	lt/ m ³
Agregado fino	465.07	kg/ m ³
Agregado grueso	1191.70	kg/ m ³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.05	
Agregado fino	1.33	
Agregado grueso	3.41	
Agua efectiva	26.59	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	2.24	kg/bls
Agua efectiva	26.59	lt/bls
Agregado fino	56.53	kg/bls
Agregado grueso	144.85	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	349.66	Kg/m ³
CCA	18.40	Kg/m ³
Agr. Fino	465.07	Kg/m ³
Agr. Grueso	1191.70	Kg/m ³
Agua	218.77	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m ³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.576	Kg.
CCA	0.030	Kg.
Agr. Fino	0.766	Kg.
Agr. Grueso	1.963	Kg.
Agua	0.360	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ - 10% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	294		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"		4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	294		kg/ cm ²
% Cemento	90		%
% CCA	10		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.553		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.553		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	370.90		kg/ m ³
	9.00		bls/ m ³
Cemento Abs.	333.81		
CCA Abs.	37.09		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.117		
CCA	0.042		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.384	
Volumen Agregado	0.616		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	9.00		bls.
TMN	3/4		"

Valor Modulo de Fineza	5.19	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	30.55	%
Porcentaje Ag. Grueso	69.45	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.19	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.43	m³
Peso Seco del Ag. Fino	451.39	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1161.16	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	333.81	kg/ m³
CCA	37.09	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	451.39	kg/ m³
Agregado grueso	1161.16	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	454.01	kg/ m³
Agregado grueso	1163.37	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-4.74	lt/ m³
Agregado grueso	-8.59	lt/ m³
CCA	-0.22	lt/ m³
Sumatoria	-13.55	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	218.55	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	333.81	kg/ m³
CCA	37.09	kg/ m³
Agua efectiva	218.55	lt/ m³
Agregado fino	454.01	kg/ m³
Agregado grueso	1163.37	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.11	
Agregado fino	1.36	
Agregado grueso	3.49	
Agua efectiva	27.83	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	4.72	kg/bls
Agua efectiva	27.83	lt/bls
Agregado fino	57.80	kg/bls
Agregado grueso	148.12	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	333.81	Kg/m³
CCA	37.09	Kg/m³
Agr. Fino	454.01	Kg/m³
Agr. Grueso	1163.37	Kg/m³
Agua	218.55	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.550	Kg.
CCA	0.061	Kg.
Agr. Fino	0.748	Kg.
Agr. Grueso	1.917	Kg.
Agua	0.360	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ - 15% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	294		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	294	kg/ cm ²	
% Cemento	85	%	
% CCA	15	%	
Ge CCA	0.889	kg/ m ³	
A/C	0.546		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.546		
Vol. Agua	205	lt/ m ³	
Cemento (100%)	375.64	kg/ m ³	
	9.00	bls/ m ³	
Cemento Abs.	319.29		
CCA Abs.	56.35		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.112		
CCA	0.063		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL	0.400		
Volumen Agregado	0.600	m ³	
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	9.00	bls.	
TMN	3/4	"	

Valor Modulo de Fineza	5.19	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	30.55	%
Porcentaje Ag. Grueso	69.45	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.18	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.42	m³
Peso Seco del Ag. Fino	439.67	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1131.00	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	319.29	kg/ m³
CCA	56.35	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	439.67	kg/ m³
Agregado grueso	1131.00	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	442.22	kg/ m³
Agregado grueso	1133.15	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-4.62	lt/ m³
Agregado grueso	-8.37	lt/ m³
CCA	-0.33	lt/ m³
Sumatoria	-13.32	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	218.32	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	319.29	kg/ m³
CCA	56.35	kg/ m³
Agua efectiva	218.32	lt/ m³
Agregado fino	442.22	kg/ m³
Agregado grueso	1133.15	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.18	
Agregado fino	1.39	
Agregado grueso	3.55	
Agua efectiva	29.06	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	7.50	kg/bls
Agua efectiva	29.06	lt/bls
Agregado fino	58.86	kg/bls
Agregado grueso	150.83	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	319.29	Kg/m³
CCA	56.35	Kg/m³
Agr. Fino	442.22	Kg/m³
Agr. Grueso	1133.15	Kg/m³
Agua	218.32	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.526	Kg.
CCA	0.093	Kg.
Agr. Fino	0.729	Kg.
Agr. Grueso	1.867	Kg.
Agua	0.360	Lt.



3.3.2.4. DISEÑOS F'C = 280 KG/CM2

DISEÑO: M.F. - $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ - 0% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	364		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	364		kg/ cm ²
A/C	0.466		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.466		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento	439.91		kg/ m ³
	10.00		bls/ m ³
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.154		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.379	
Volumen Agregado	0.621		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	10.00		bls.
TMN	3/4		"
Valor Modulo de Fineza	5.302		
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS			
MODULO DE FINEZA AGREGADOS			
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566		
Mod. Fineza Aq. Grueso	6.344		

PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	27.58	%
Porcentaje Ag. Grueso	72.42	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.17	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.45	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	410.89	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1220.55	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	439.91	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	410.89	kg/ m ³
Agregado grueso	1220.55	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	413.28	kg/ m ³
Agregado grueso	1222.87	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-4.31	lt/ m ³
Agregado grueso	-9.03	lt/ m ³
Sumatoria	-13.35	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	218.35	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	439.91	kg/ m ³
Agua efectiva	218.35	lt/ m ³
Agregado fino	413.28	kg/ m ³
Agregado grueso	1222.87	kg/ m ³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		

MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
Agregado fino	0.94	
Agregado grueso	2.78	
Agua efectiva	21.09	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	21.09	lt/bls
Agregado fino	39.93	kg/bls
Agregado grueso	118.14	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	439.91	Kg/m³
Agr. Fino	413.28	Kg/m³
Agr. Grueso	1222.87	Kg/m³
Agua	218.35	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.72	Kg.
Agr. Fino	0.68	Kg.
Agr. Grueso	2.01	Kg.
Agua	0.36	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ - 5% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	364		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"		4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	364		kg/ cm ²
% Cemento	95		%
% CCA	5		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.465		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.465		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	440.86		kg/ m ³
	10.00		bls/ m ³
Cemento Abs.	418.82		
CCA Abs.	22.04		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.147		
CCA	0.025		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.397	
Volumen Agregado	0.603		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	10.00		bls.
TMN	3/4		"

Valor Modulo de Fineza	5.302	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	27.58	%
Porcentaje Ag. Grueso	72.42	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.17	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.44	m³
Peso Seco del Ag. Fino	398.98	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1185.17	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	418.82	kg/ m³
CCA	22.04	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	398.98	kg/ m³
Agregado grueso	1185.17	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	401.30	kg/ m³
Agregado grueso	1187.42	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-4.19	lt/ m³
Agregado grueso	-8.77	lt/ m³
CCA	-0.13	lt/ m³
Sumatoria	-13.09	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	218.09	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	418.82	kg/ m³
CCA	22.04	kg/ m³
Agua efectiva	218.09	lt/ m³
Agregado fino	401.30	kg/ m³
Agregado grueso	1187.42	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.05	
Agregado fino	0.96	
Agregado grueso	2.84	
Agua efectiva	22.13	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	2.24	kg/bls
Agua efectiva	22.13	lt/bls
Agregado fino	40.72	kg/bls
Agregado grueso	120.50	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	418.82	Kg/m³
CCA	22.04	Kg/m³
Agr. Fino	401.30	Kg/m³
Agr. Grueso	1187.42	Kg/m³
Agua	218.09	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.690	Kg.
CCA	0.036	Kg.
Agr. Fino	0.661	Kg.
Agr. Grueso	1.956	Kg.
Agua	0.359	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ - 10% CCA		
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)		
<210 Kg/cm ²	$f_c + 70 =$	70 kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	$f_c + 84 =$	84 kg/cm ²
>350 Kg/cm ²	$f_c + 98 =$	98 kg/cm ²
$f'cr$	364	kg/cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN		
TMN	3/4	"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO		
Columnas	3"	4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA		
Volumen de agua	205	(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE		
Contenido de aire	2	%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA		
Para $f'cr$	364	kg/cm ²
% Cemento	90	%
% CCA	10	%
Ge CCA	0.889	kg/m ³
A/C	0.462	
PASO 7: FACTOR CEMENTO		
A/C	0.462	
Vol. Agua	205	lt/m ³
Cemento (100%)	443.70	kg/m ³
	10.00	bls/m ³
Cemento Abs.	399.33	
CCA Abs.	44.37	
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA		
Cemento	0.140	
CCA	0.050	
Agua	0.205	
% de Aire	0.02	
TOTAL	0.415	
Volumen Agregado	0.585	m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS		
Cemento	10.00	bls.
TMN	3/4	"

Valor Modulo de Fineza	5.302	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	27.58	%
Porcentaje Ag. Grueso	72.42	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.16	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.42	m³
Peso Seco del Ag. Fino	387.07	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1149.79	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	399.33	kg/ m³
CCA	44.37	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	387.07	kg/ m³
Agregado grueso	1149.79	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	389.32	kg/ m³
Agregado grueso	1151.98	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-4.06	lt/ m³
Agregado grueso	-8.51	lt/ m³
CCA	-0.26	lt/ m³
Sumatoria	-12.83	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	217.83	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	399.33	kg/ m³
CCA	44.37	kg/ m³
Agua efectiva	217.83	lt/ m³
Agregado fino	389.32	kg/ m³
Agregado grueso	1151.98	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.11	
Agregado fino	0.97	
Agregado grueso	2.88	
Agua efectiva	23.18	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	4.72	kg/bls
Agua efectiva	23.18	lt/bls
Agregado fino	41.43	kg/bls
Agregado grueso	122.60	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	399.33	Kg/m³
CCA	44.37	Kg/m³
Agr. Fino	389.32	Kg/m³
Agr. Grueso	1151.98	Kg/m³
Agua	217.83	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.658	Kg.
CCA	0.073	Kg.
Agr. Fino	0.641	Kg.
Agr. Grueso	1.898	Kg.
Agua	0.359	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ - 15% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	364		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"		4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	364		kg/ cm ²
% Cemento	85		%
% CCA	15		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.457		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.457		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	448.43		kg/ m ³
	11.00		bls/ m ³
Cemento Abs.	381.16		
CCA Abs.	67.26		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.134		
CCA	0.076		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.435	
Volumen Agregado	0.565		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	11.00		bls.
TMN	3/4		"

Valor Modulo de Fineza	5.302	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	27.58	%
Porcentaje Ag. Grueso	72.42	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.16	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.41	m³
Peso Seco del Ag. Fino	373.84	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1110.48	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	381.16	kg/ m³
CCA	67.26	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	373.84	kg/ m³
Agregado grueso	1110.48	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	376.01	kg/ m³
Agregado grueso	1112.59	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-3.93	lt/ m³
Agregado grueso	-8.22	lt/ m³
CCA	-0.40	lt/ m³
Sumatoria	-12.54	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	217.54	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	381.16	kg/ m³
CCA	67.26	kg/ m³
Agua efectiva	217.54	lt/ m³
Agregado fino	376.01	kg/ m³
Agregado grueso	1112.59	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.18	
Agregado fino	0.99	
Agregado grueso	2.92	
Agua efectiva	24.26	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	7.50	kg/bls
Agua efectiva	24.26	lt/bls
Agregado fino	41.92	kg/bls
Agregado grueso	124.05	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	381.16	Kg/m³
CCA	67.26	Kg/m³
Agr. Fino	376.01	Kg/m³
Agr. Grueso	1112.59	Kg/m³
Agua	217.54	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.628	Kg.
CCA	0.111	Kg.
Agr. Fino	0.619	Kg.
Agr. Grueso	1.833	Kg.
Agua	0.358	Lt.



3.3.2.5. DISEÑOS $f'c = 350 \text{ KG/CM}^2$

DISEÑO: M.F. - $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ - 0% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	434		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN		3/4	"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas		3"	4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua		205	(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire		2	%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$		434	kg/ cm ²
A/C		0.396	
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C		0.396	
Vol. Agua		205	lt/ m ³
Cemento		517.68	kg/ m ³
		12.00	bls/ m ³
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento		0.182	
Agua		0.205	
% de Aire		0.02	
TOTAL		0.407	
Volumen Agregado		0.593	m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento		12.00	bls.
TMN		3/4	"
Valor Modulo de Fineza		5.446	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS			
MODULO DE FINEZA AGREGADOS			
Mod. Fineza Ag. Fino		2.566	
Mod. Fineza Aq. Grueso		6.344	

PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	23.77	%
Porcentaje Ag. Grueso	76.23	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.14	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.45	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	338.14	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1226.86	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	517.68	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	338.14	kg/ m ³
Agregado grueso	1226.86	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	340.10	kg/ m ³
Agregado grueso	1229.19	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-3.55	lt/ m ³
Agregado grueso	-9.08	lt/ m ³
Sumatoria	-12.63	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	217.63	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	517.68	kg/ m ³
Agua efectiva	217.63	lt/ m ³
Agregado fino	340.10	kg/ m ³
Agregado grueso	1229.19	kg/ m ³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		

MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
Agregado fino	0.66	
Agregado grueso	2.37	
Agua efectiva	17.87	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	17.87	lt/bls
Agregado fino	27.92	kg/bls
Agregado grueso	100.91	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	517.68	Kg/m³
Agr. Fino	340.10	Kg/m³
Agr. Grueso	1229.19	Kg/m³
Agua	217.63	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m
Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.85	Kg.
Agr. Fino	0.56	Kg.
Agr. Grueso	2.02	Kg.
Agua	0.36	Lt.

DISEÑO: M.F. - $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ - 5% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$fc+70=$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$fc+84=$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$fc+98=$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	434		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	434		kg/ cm ²
% Cemento	95		%
% CCA	5		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.395		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.395		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	518.62		kg/ m ³
	12.00		bls/ m ³
Cemento Abs.	492.69		
CCA Abs.	25.93		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.173		
CCA	0.029		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.427	
Volumen Agregado	0.573		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			

Cemento	12.00	bls.
TMN	3/4	"
Valor Modulo de Fineza	5.446	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	23.77	%
Porcentaje Ag. Grueso	76.23	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.14	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.44	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	326.74	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1185.48	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	492.69	kg/ m ³
CCA	25.93	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	326.74	kg/ m ³
Agregado grueso	1185.48	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	328.63	kg/ m ³
Agregado grueso	1187.73	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-3.43	lt/ m ³
Agregado grueso	-8.77	lt/ m ³
CCA	-0.15	lt/ m ³
Sumatoria	-12.36	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	217.36	lt/ m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	492.69	kg/ m ³
CCA	25.93	kg/ m ³
Agua efectiva	217.36	lt/ m ³
Agregado fino	328.63	kg/ m ³
Agregado grueso	1187.73	kg/ m ³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.05	
Agregado fino	0.67	
Agregado grueso	2.41	
Agua efectiva	18.75	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	2.24	kg/bls
Agua efectiva	18.75	lt/bls
Agregado fino	28.35	kg/bls
Agregado grueso	102.45	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	492.69	Kg/m ³
CCA	25.93	Kg/m ³
Agr. Fino	328.63	Kg/m ³
Agr. Grueso	1187.73	Kg/m ³
Agua	217.36	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	m

Altura	0.2032	m
Volumen	0.0016	m ³
b) Cálculo del peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.812	Kg.
CCA	0.043	Kg.
Agr. Fino	0.541	Kg.
Agr. Grueso	1.957	Kg.
Agua	0.358	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ - 10% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	434		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"		4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	434		kg/ cm ²
% Cemento	90		%
% CCA	10		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.393		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.393		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	521.46		kg/ m ³
	12.00		bls/ m ³
Cemento Abs.	469.31		
CCA Abs.	52.15		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.165		
CCA	0.059		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.449	
Volumen Agregado	0.551		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	12.00		bls.
TMN	3/4		"

Valor Modulo de Fineza	5.446	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	23.77	%
Porcentaje Ag. Grueso	76.23	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.13	m³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.42	m³
Peso Seco del Ag. Fino	314.19	kg/ m³
Peso Seco del Ag. Grueso	1139.97	kg/ m³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	469.31	kg/ m³
CCA	52.15	kg/ m³
Agua	205	lt/ m³
Agregado fino	314.19	kg/ m³
Agregado grueso	1139.97	kg/ m³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	316.02	kg/ m³
Agregado grueso	1142.13	kg/ m³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-3.30	lt/ m³
Agregado grueso	-8.44	lt/ m³
CCA	-0.31	lt/ m³
Sumatoria	-12.04	lt/ m³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	217.04	lt/ m³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	469.31	kg/ m³
CCA	52.15	kg/ m³
Agua efectiva	217.04	lt/ m³
Agregado fino	316.02	kg/ m³
Agregado grueso	1142.13	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.11	
Agregado fino	0.67	
Agregado grueso	2.43	
Agua efectiva	19.65	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	4.72	kg/bls
Agua efectiva	19.65	lt/bls
Agregado fino	28.62	kg/bls
Agregado grueso	103.43	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	469.31	Kg/m³
CCA	52.15	Kg/m³
Agr. Fino	316.02	Kg/m³
Agr. Grueso	1142.13	Kg/m³
Agua	217.04	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	M
Altura	0.2032	M
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.773	Kg.
CCA	0.086	Kg.
Agr. Fino	0.521	Kg.
Agr. Grueso	1.882	Kg.
Agua	0.358	Lt.



DISEÑO: M.F. - $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ - 15% CCA			
PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ($f'cr$)			
<210 Kg/cm2	$f_c + 70 =$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm2	$f_c + 84 =$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm2	$f_c + 98 =$	98	kg/ cm ²
$f'cr$	434		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		"
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	3"		4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para $f'cr$	434		kg/ cm ²
% Cemento	85		%
% CCA	15		%
Ge CCA	0.889		kg/ m ³
A/C	0.390		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.390		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento (100%)	526.19		kg/ m ³
	12.00		bls/ m ³
Cemento Abs.	447.26		
CCA Abs.	78.93		
PASO 8: CALCULO VOLUMEN PASTA			
Cemento	0.157		
CCA	0.089		
Agua	0.205		
% de Aire	0.02		
TOTAL		0.471	
Volumen Agregado	0.529		m ³
PASO 9: CÁLCULO DEL MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Cemento	12.00		bls.
TMN	3/4		"

Valor Modulo de Fineza	5.446	
PASO 10: CÁLCULO VOLUMENES AGREGADOS		
MODULO DE FINEZA AGREGADOS		
Mod. Fineza Ag. Fino	2.566	
Mod. Fineza Ag. Grueso	6.344	
PESO AGREGADOS		
Porcentaje Ag. Fino	23.77	%
Porcentaje Ag. Grueso	76.23	%
Volumen Abs. Ag. Fino	0.13	m ³
Volumen Abs. Ag. Grueso	0.40	m ³
Peso Seco del Ag. Fino	301.65	kg/ m ³
Peso Seco del Ag. Grueso	1094.45	kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	447.26	kg/ m ³
CCA	78.93	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	301.65	kg/ m ³
Agregado grueso	1094.45	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	303.40	kg/ m ³
Agregado grueso	1096.53	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.050	%
Agregado grueso	-0.740	%
CCA	-0.590	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-3.17	lt/ m ³
Agregado grueso	-8.10	lt/ m ³
CCA	-0.47	lt/ m ³
Sumatoria	-11.73	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	216.73	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		

MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	447.26	kg/ m³
CCA	78.93	kg/ m³
Agua efectiva	216.73	lt/ m³
Agregado fino	303.40	kg/ m³
Agregado grueso	1096.53	kg/ m³
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	RELACIÓN	
Cemento	1	
CCA	0.18	
Agregado fino	0.68	
Agregado grueso	2.45	
Agua efectiva	20.59	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	Kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
CCA	7.50	kg/bls
Agua efectiva	20.59	lt/bls
Agregado fino	28.83	kg/bls
Agregado grueso	104.19	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	447.26	Kg/m³
CCA	78.93	Kg/m³
Agr. Fino	303.40	Kg/m³
Agr. Grueso	1096.53	Kg/m³
Agua	216.73	lt/m³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.1016	M
Altura	0.2032	M
Volumen	0.0016	m³

b) Cálculo del peso de cada materia en kg.

MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	0.737	Kg.
CCA	0.130	Kg.
Agr. Fino	0.500	Kg.
Agr. Grueso	1.806	Kg.
Agua	0.357	Lt.



CAPÍTULO 4: RECOPIACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1. ANÁLISIS DE DATOS DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO (SLUMP).

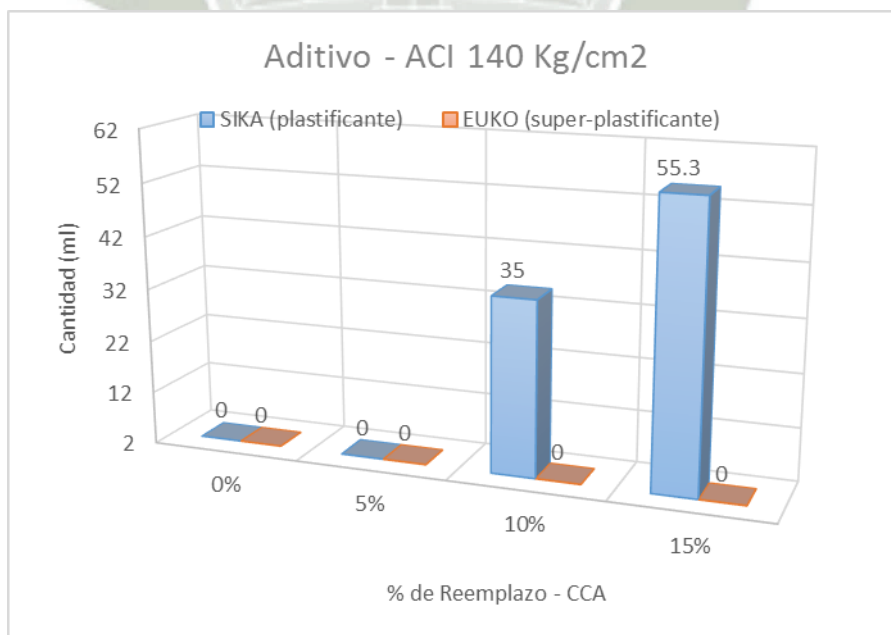
4.1.1. DISEÑOS MÉTODO ACI 211.

Para los diseños de mezclas evaluados, se puede ver que cumple con el asentamiento requerido (3 a 4 pulg.)

4.1.1.1. CONCRETO F'C = 140 KG/CM2.

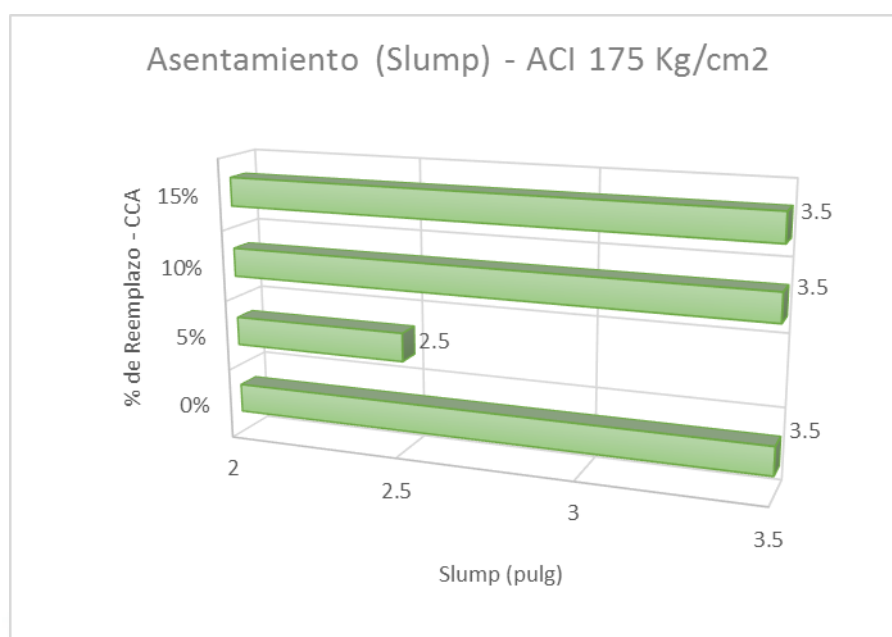


GRÁFICA 4.1 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (ACI - 140 KG/CM2).

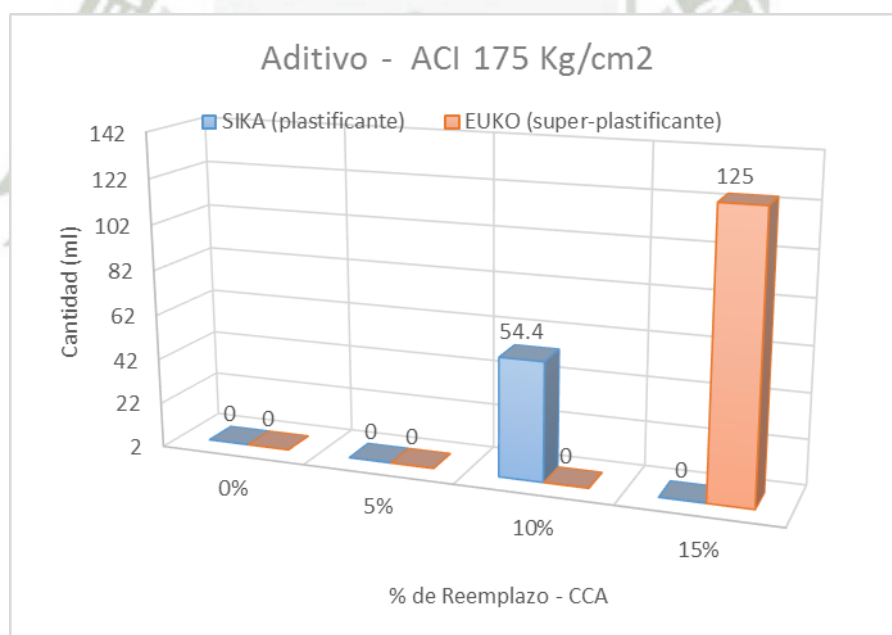


GRÁFICA 4.2 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (ACI - 140 KG/CM2).

4.1.1.2. CONCRETO F'C = 175 KG/CM2.

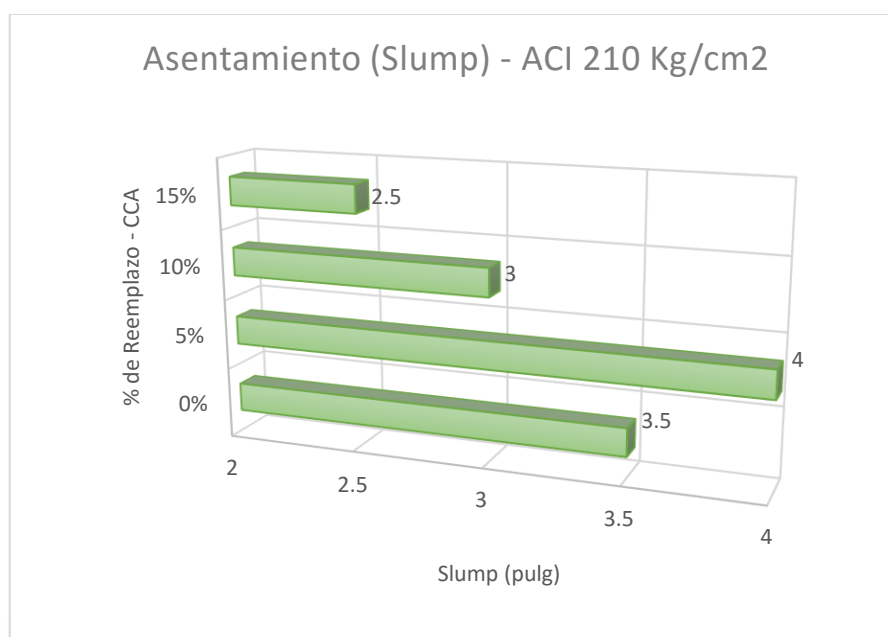


GRÁFICA 4.3 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (ACI - 175 Kg/cm2).

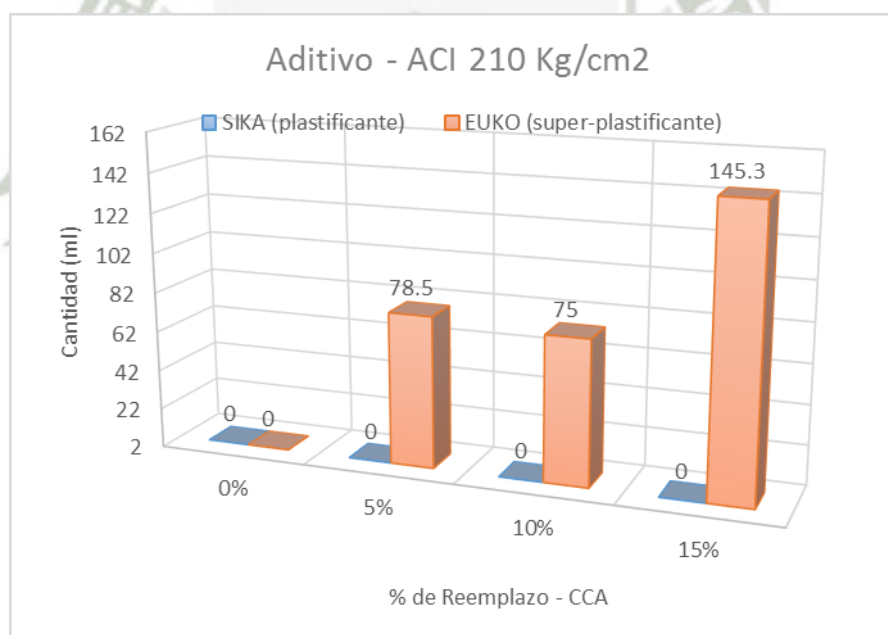


GRÁFICA 4.4 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (ACI - 175 Kg/cm2).

4.1.1.3. CONCRETO F'C = 210 KG/CM2.



GRÁFICA 4.5 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (ACI - 210 Kg/cm2).

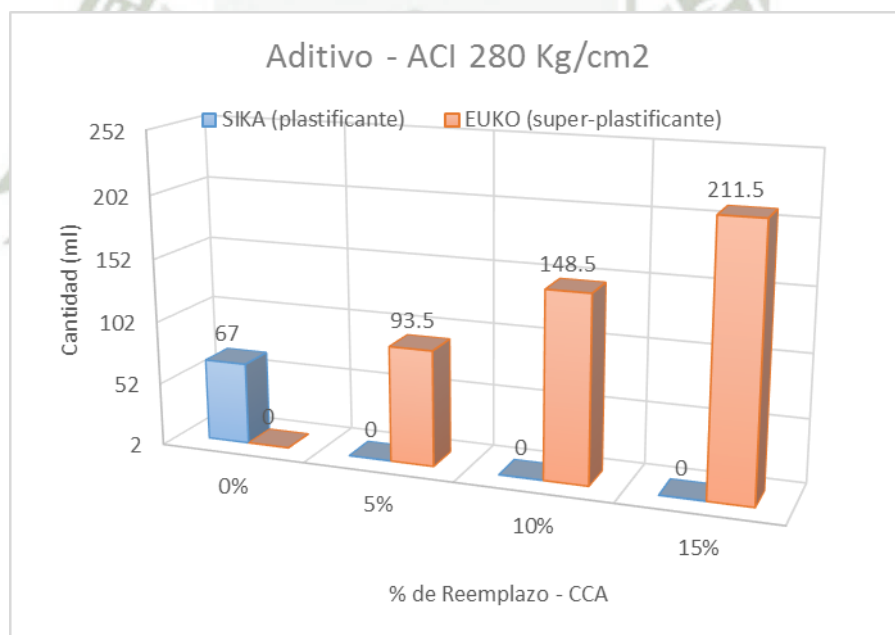


GRÁFICA 4.6 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (ACI - 210 Kg/cm2).

4.1.1.4. CONCRETO F'C = 280 KG/CM2.

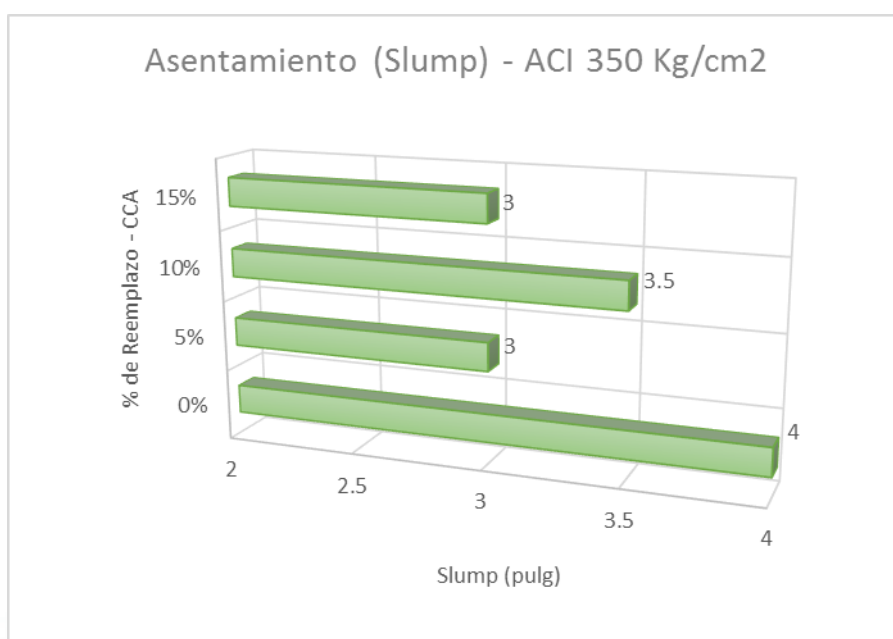


GRÁFICA 4.7 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (ACI - 280 Kg/cm2).

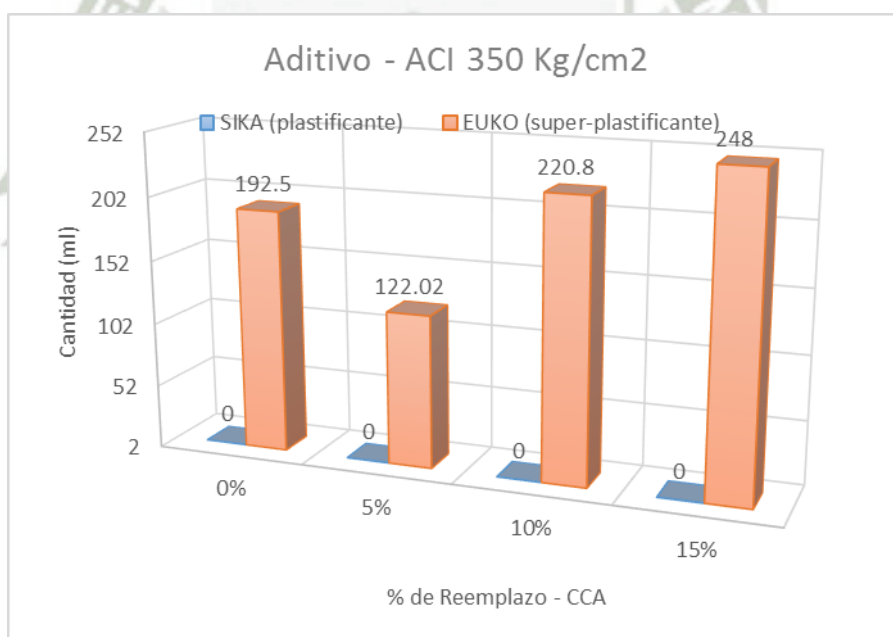


GRÁFICA 4.8 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (ACI - 280 Kg/cm2).

4.1.1.5. CONCRETO F'C = 350 KG/CM2.



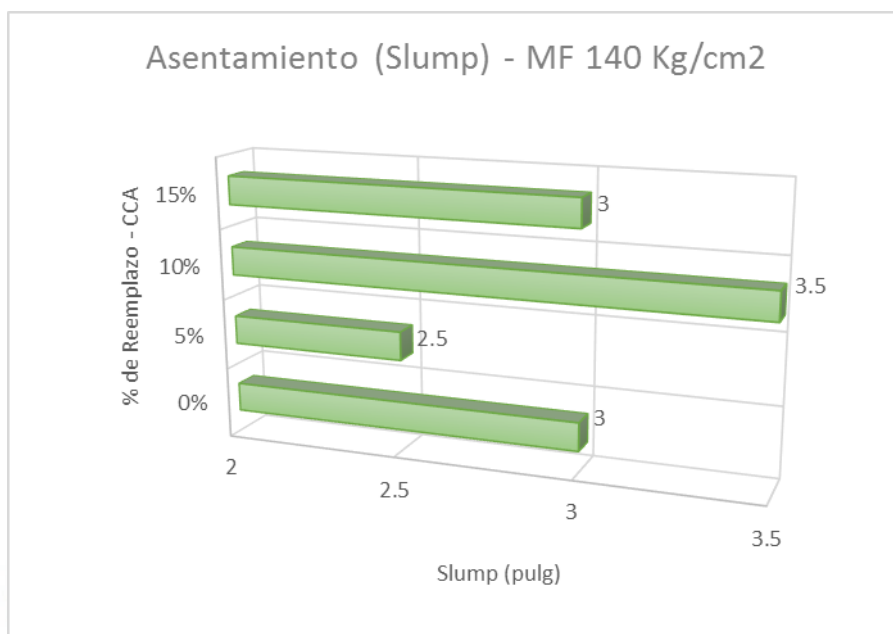
GRÁFICA 4.9 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (ACI - 350 Kg/cm2).



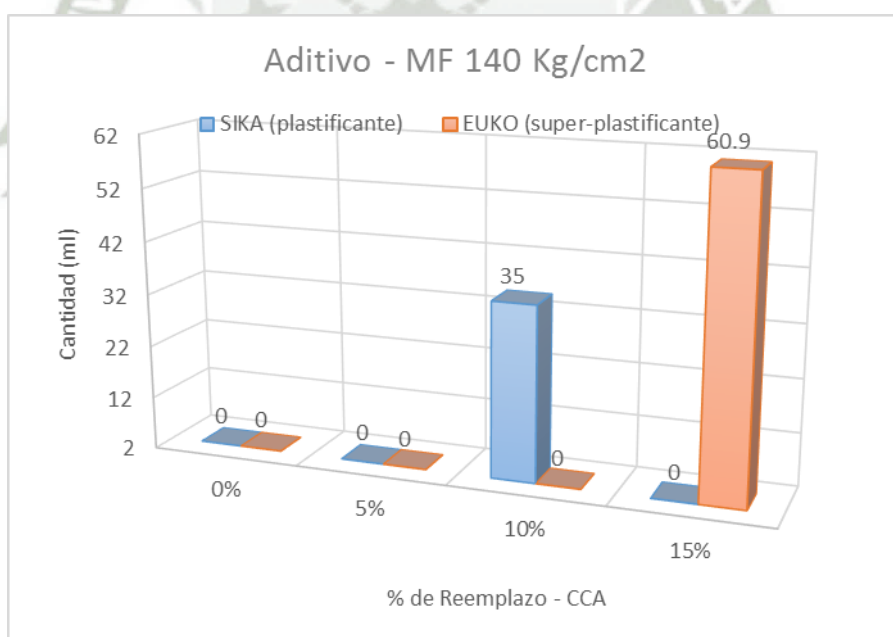
GRÁFICA 4.10 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (ACI - 350 Kg/cm2).

4.1.2. DISEÑOS MÉTODO MODULO DE FINEZA.

4.1.2.1. CONCRETO F'C = 140 KG/CM2.

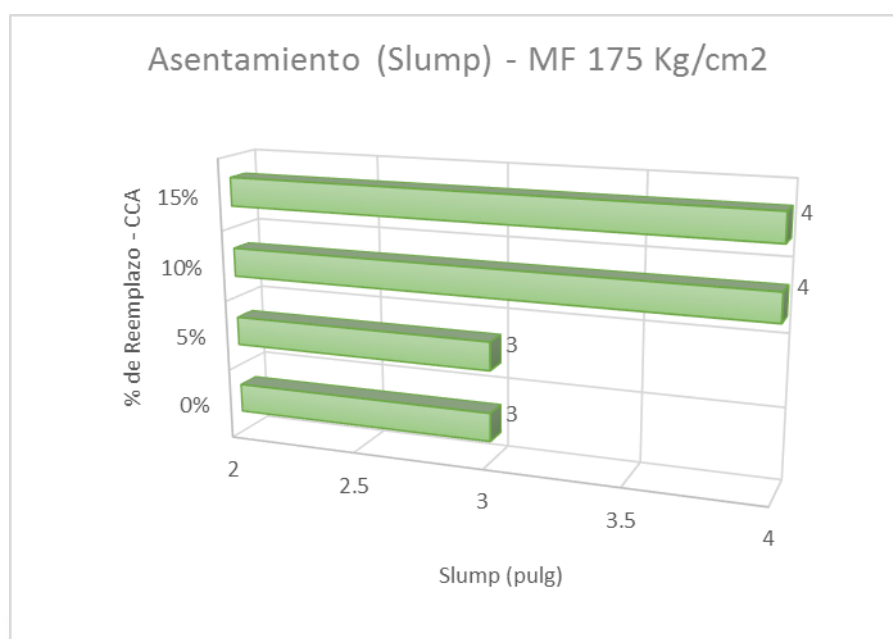


GRÁFICA 4.11 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (MF - 140 KG/CM2).

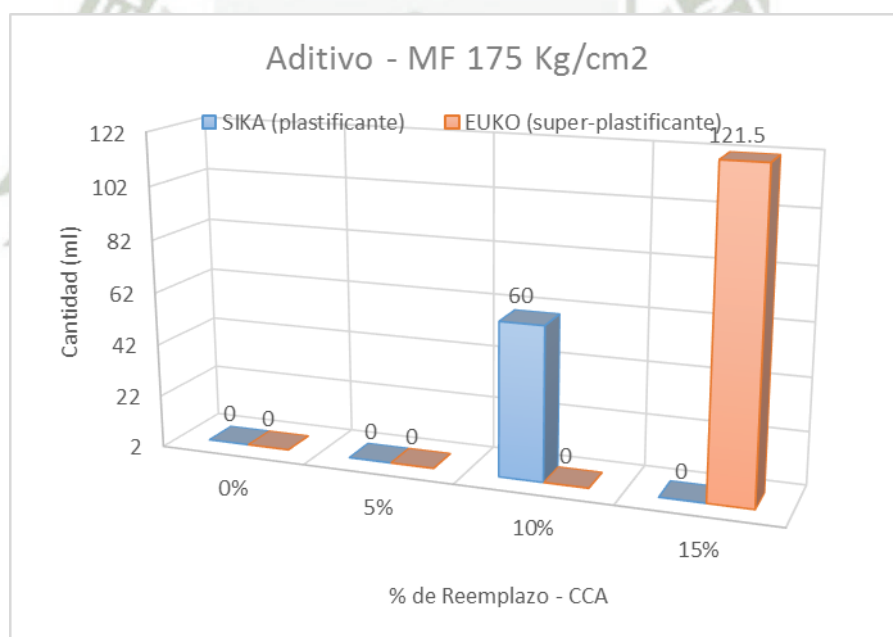


GRÁFICA 4.12 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (MF - 140 KG/CM2).

4.1.2.2. CONCRETO F'C = 175 KG/CM2.

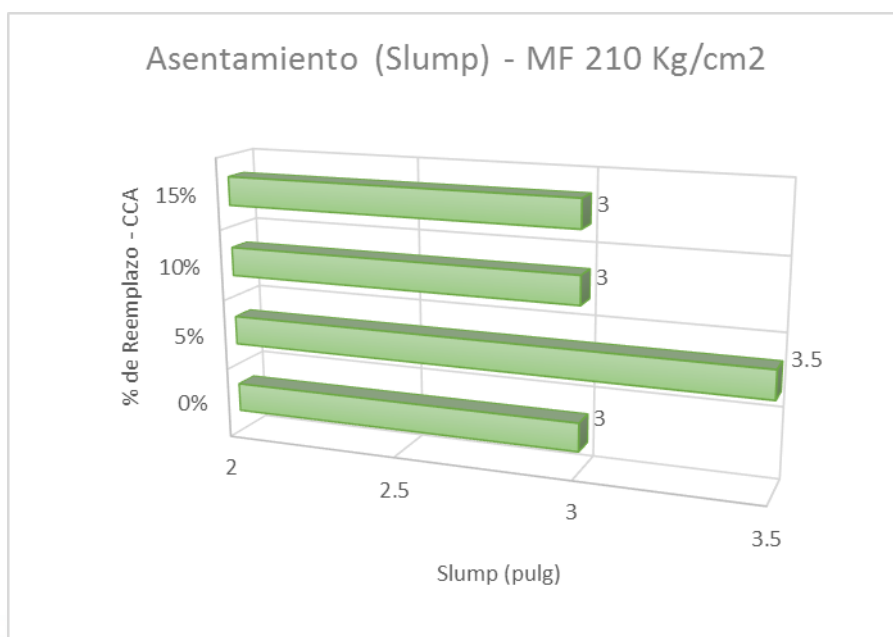


GRÁFICA 4.13 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (MF - 175 KG/CM2).

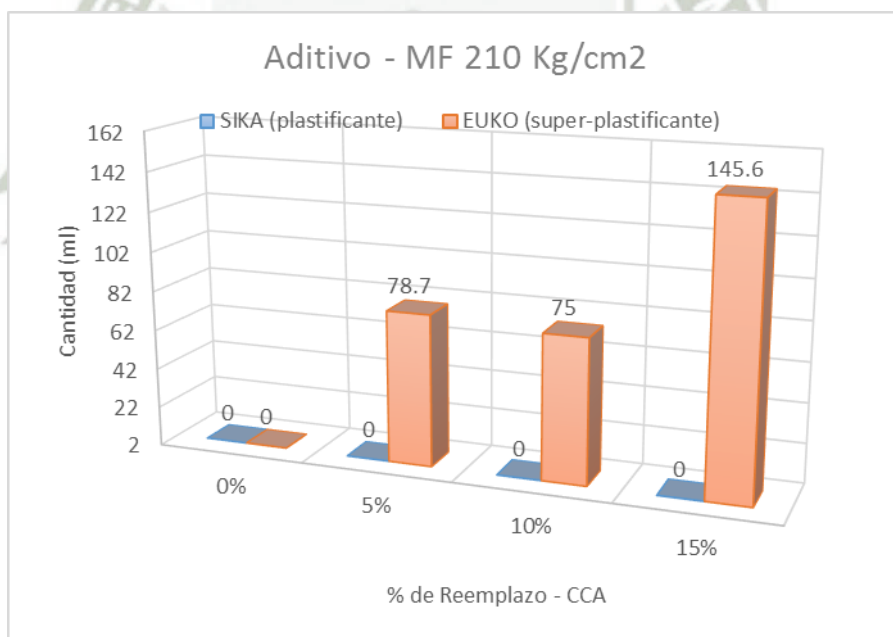


GRÁFICA 4.14 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (MF - 175 KG/CM2).

4.1.2.3. CONCRETO F'C = 210 KG/CM2.

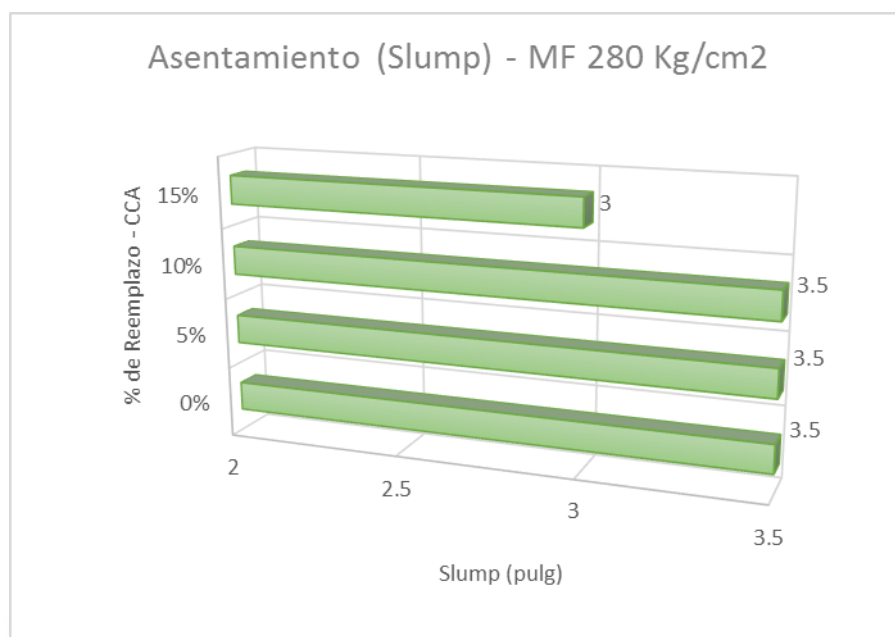


GRÁFICA 4.15 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (MF - 210 KG/CM2).

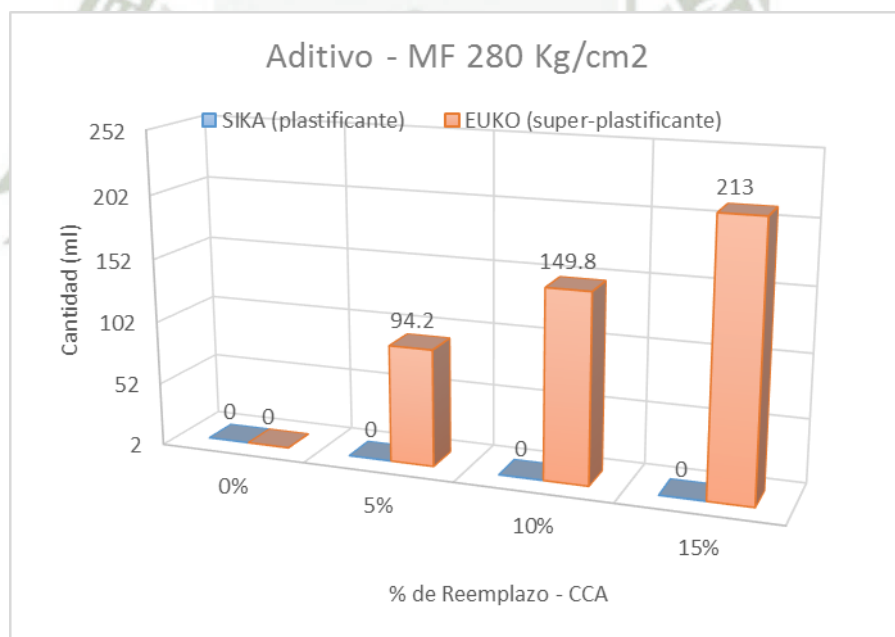


GRÁFICA 4.16 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (MF - 210 KG/CM2).

4.1.2.4. CONCRETO F'C = 280 KG/CM2.

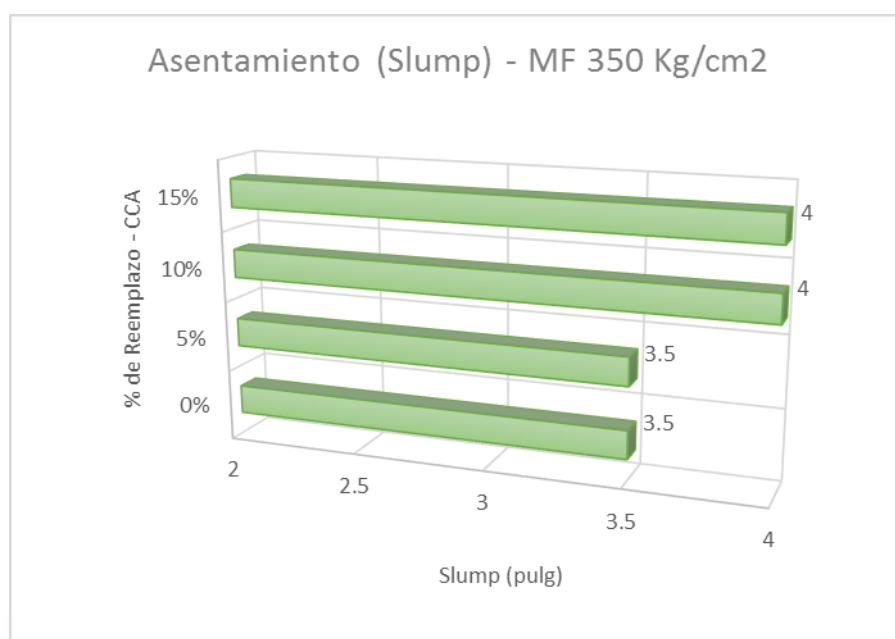


GRÁFICA 4.17 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (MF - 280 KG/CM2).

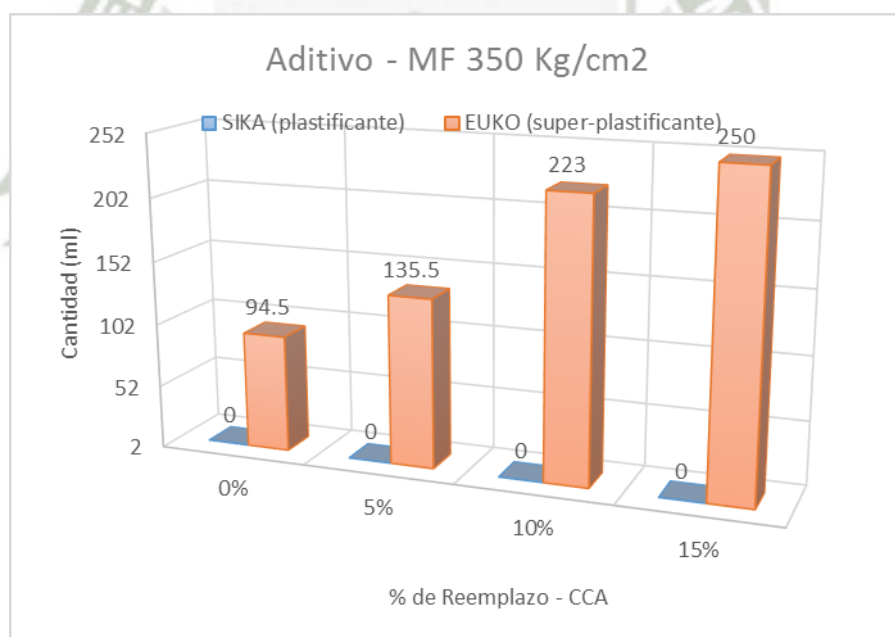


GRÁFICA 4.18 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (MF - 280 KG/CM2).

4.1.2.5. CONCRETO F'C = 350 KG/CM2.



GRÁFICA 4.19 VARIACIÓN: % CCA - SLUMP (MF - 350 KG/CM2).



GRÁFICA 4.20 VARIACIÓN: % CCA - CANTIDAD ADITIVO (MF - 350 KG/CM2).

4.2. ANÁLISIS DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

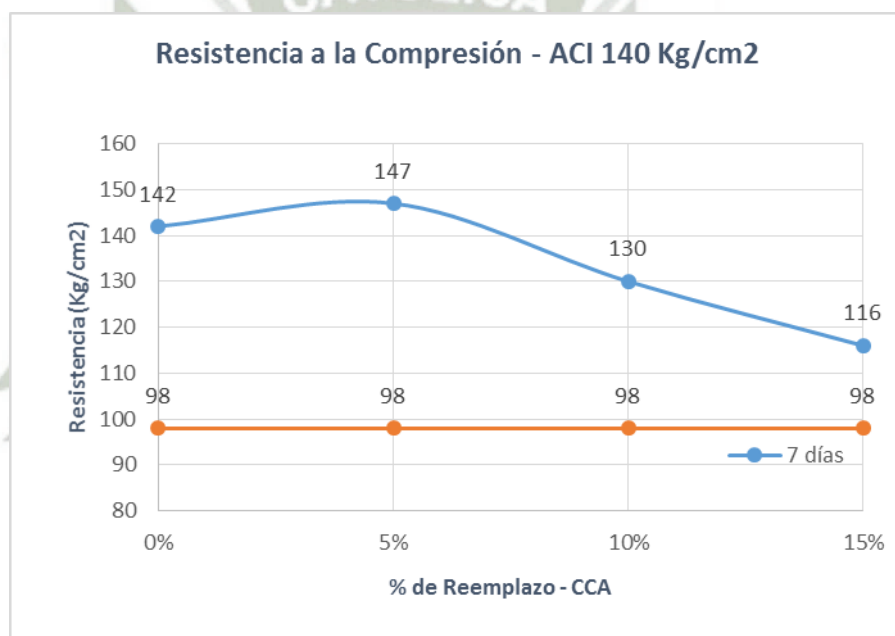
4.2.1. DISEÑOS MÉTODO ACI 211.

4.2.1.1. CONCRETO $f'c = 140 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia: 98 Kg/cm² (70% de 140 kg/cm²).

$f'c$	140 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	98 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

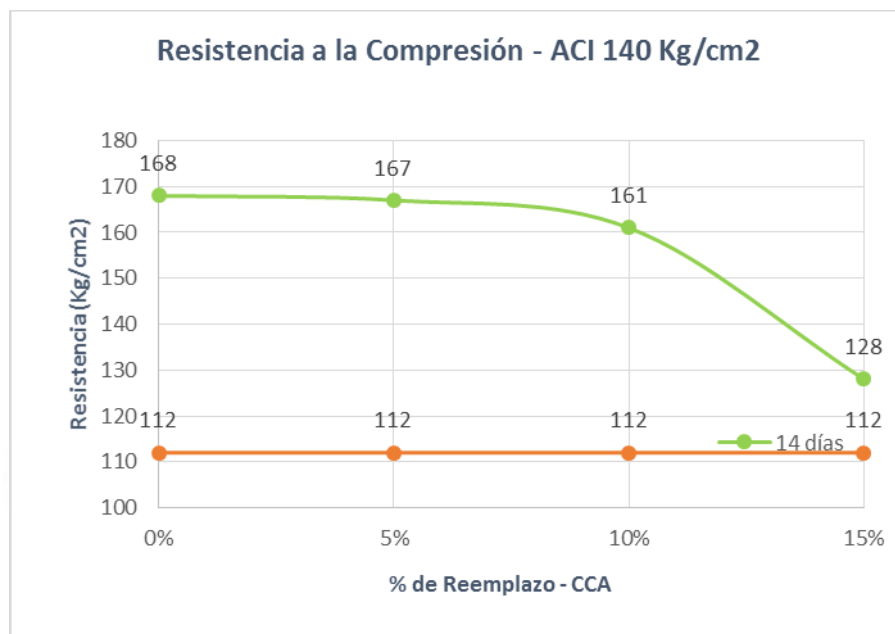


GRÁFICA 4.21 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 140 KG/CM² - 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 112 Kg/cm² (80% de 140 kg/cm²).

$f'c$	140 Kg/cm ²
$f'c$ (80%)	112 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

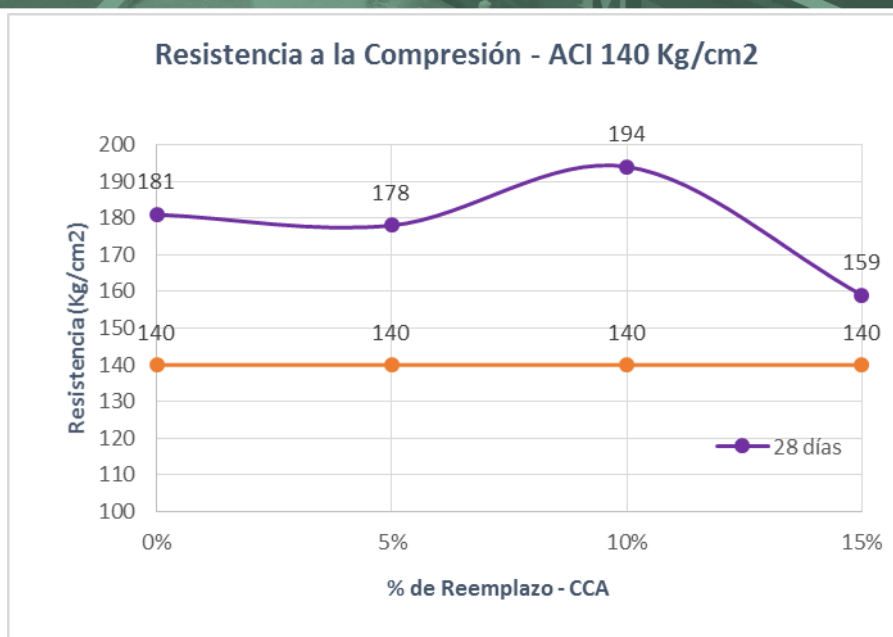


GRÁFICA 4.22 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 140 KG/CM² - 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 140 Kg/cm² (100% de 140 kg/cm²).

$f'c$	140 Kg/cm ²
$f'c$ (100%)	140 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

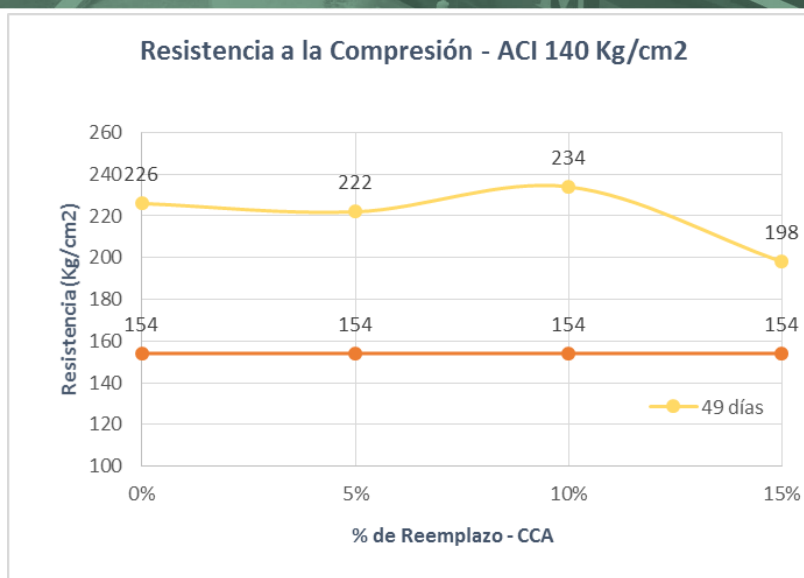


GRÁFICA 4.23 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 140 KG/CM² - 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 154 Kg/cm² (110% de 140 kg/cm²).

<i>f'c</i>	140 Kg/cm²
<i>f'c</i> (110%)	154 Kg/cm²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49



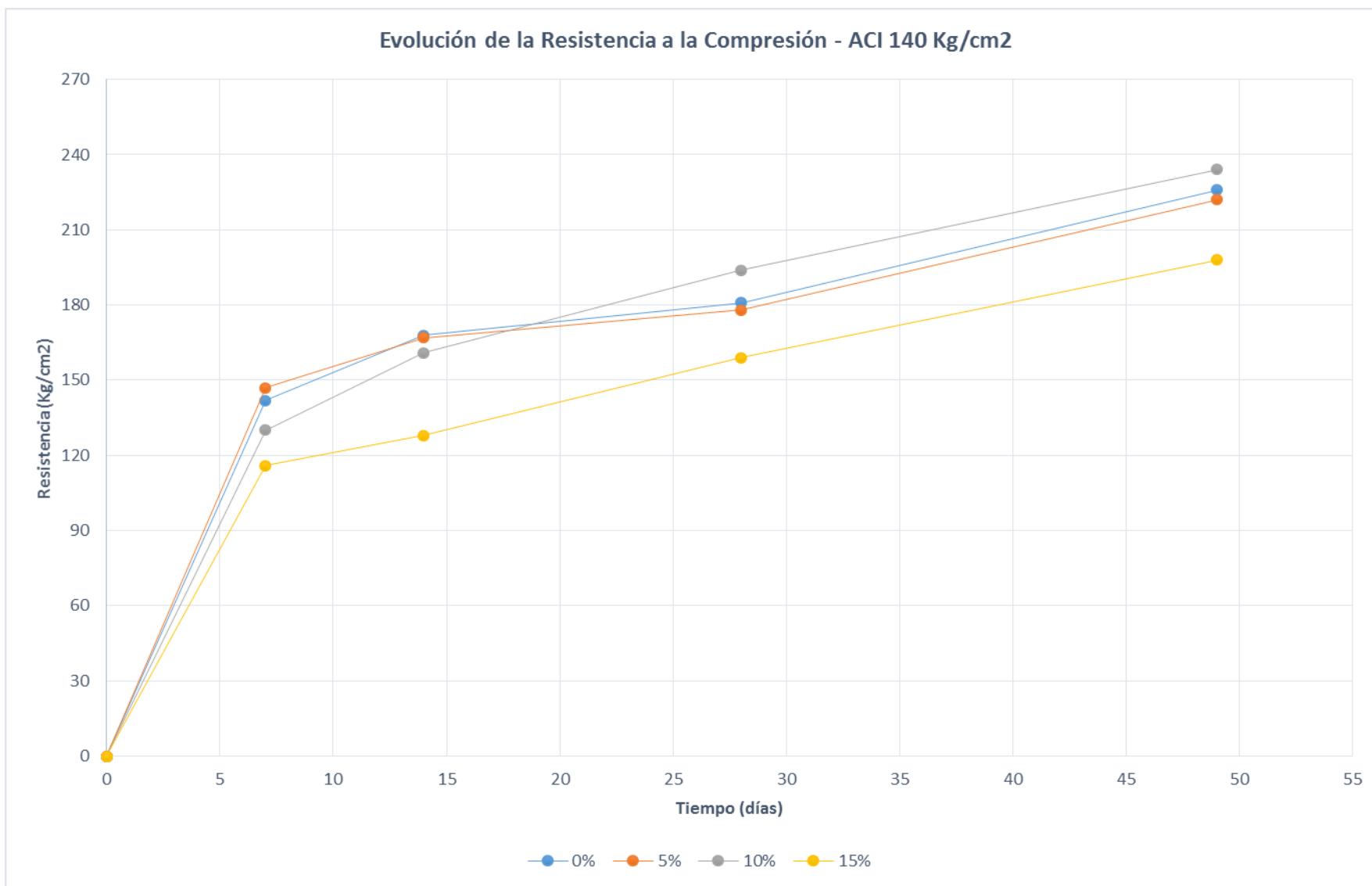
GRÁFICA 4.24 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 140 KG/CM² - 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De Reemplazo	Resistencia promedio obtenida en días (kgf/cm ²)			
	7 días	14 días	28 días	49 días
0%	142	168	181	226
5%	147	167	178	222
10%	130	161	194	234
15%	116	128	159	198

TABLA 4.1 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 140 KG/CM² (ACI).



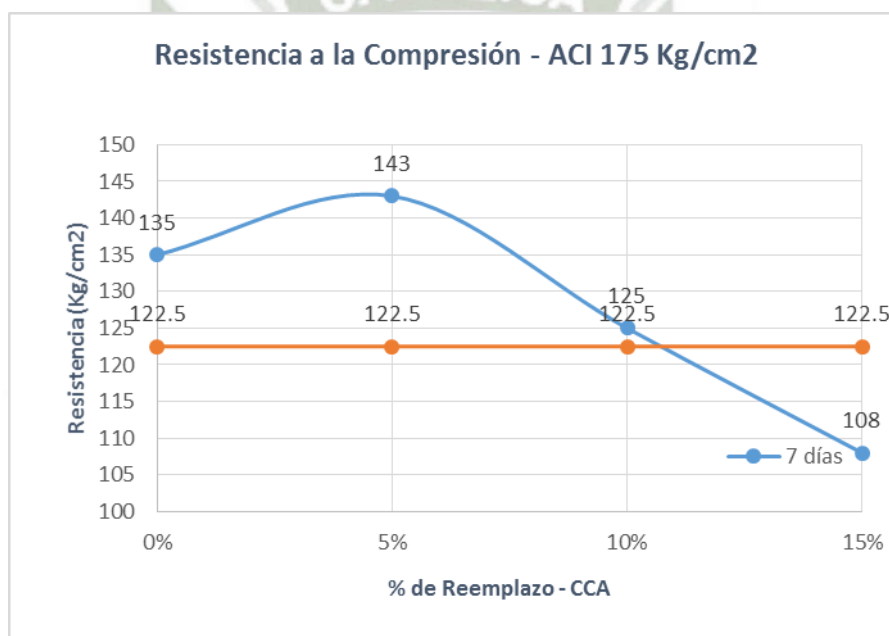
GRÁFICA 4.25 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 140 Kg/cm² (ACI).

4.2.1.2. CONCRETO $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 122.5 Kg/cm² (70% de 175 kg/cm²).

$f'c$	175 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	122.5 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

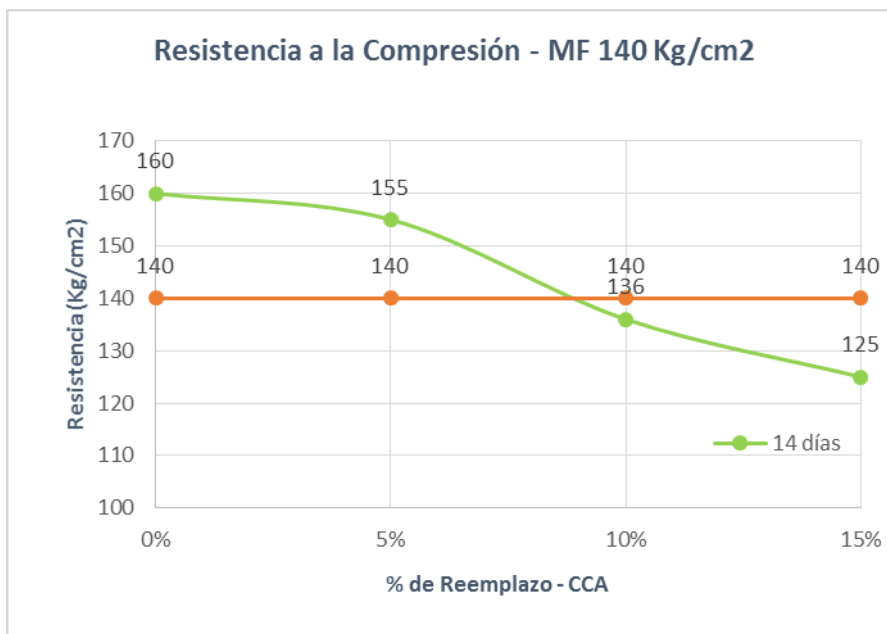


GRÁFICA 4.26 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – ACI 175 KG/CM² – 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 5 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 140 Kg/cm² (80% de 175 kg/cm²).

f'_c	175 Kg/cm ²
f'_c (80%)	140 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

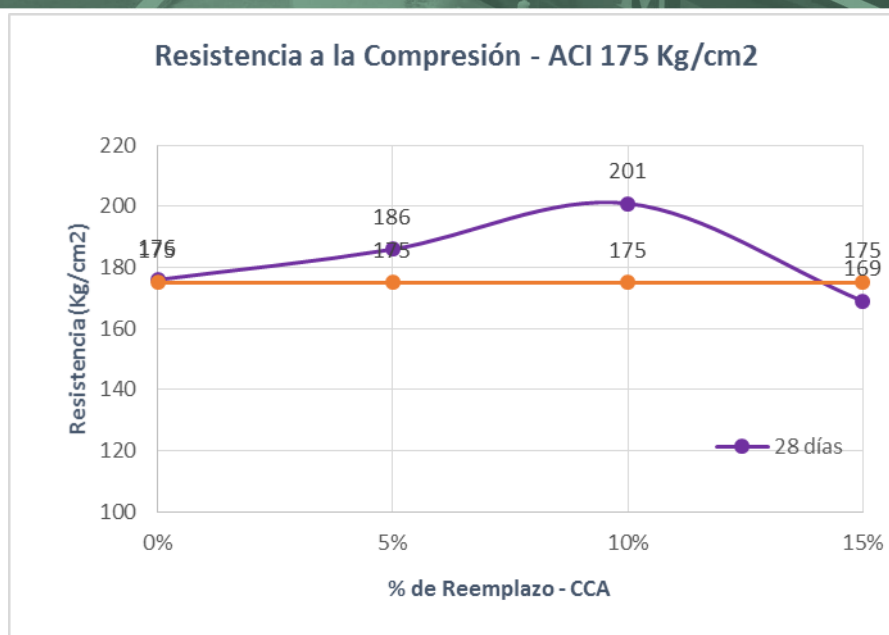


GRÁFICA 4.27 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 175 Kg/cm² - 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 175 Kg/cm² (100% de 175 kg/cm²).

f'_c	175 Kg/cm ²
f'_c (100%)	175 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

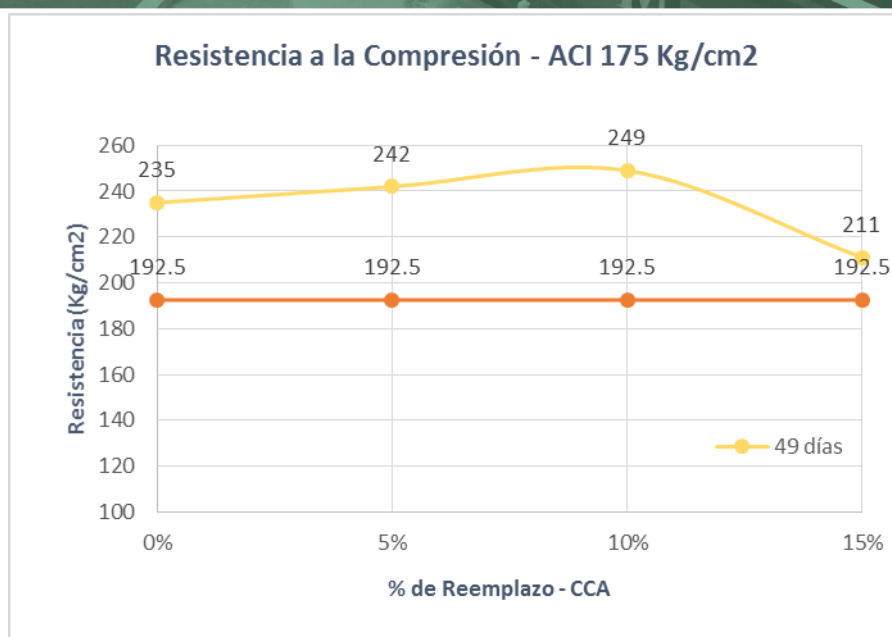


GRÁFICA 4.28 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 175 Kg/cm² – 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 192.5 Kg/cm² (110% de 175 kg/cm²).

<i>f_c</i>	175 Kg/cm ²
<i>f_c</i> (110%)	192.5 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49



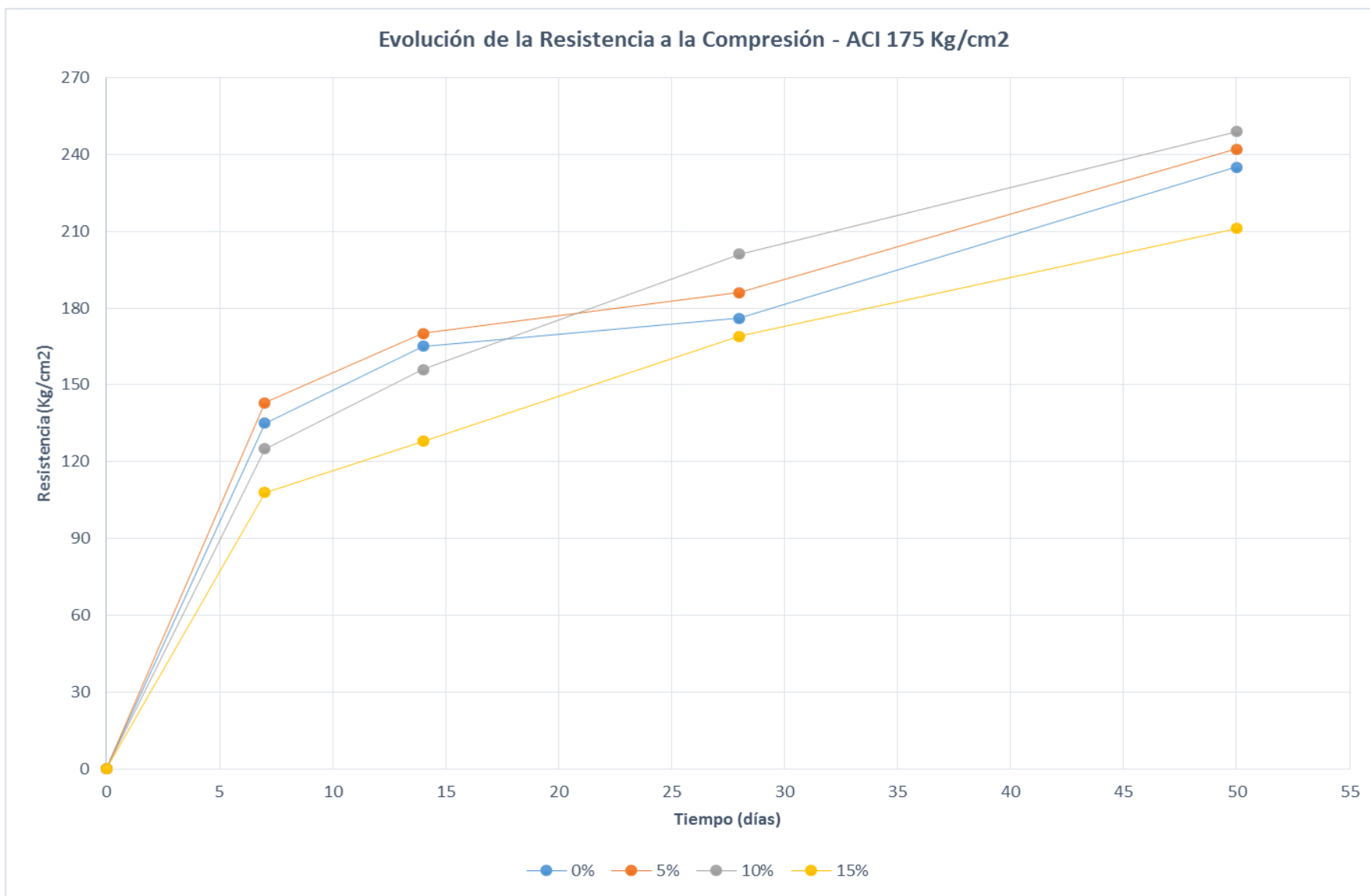
GRÁFICA 4.29 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 175 Kg/cm² – 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De		Resistencia promedio obtenida en días (kgf/cm ²)			
Reemplazo		7 días	14 días	28 días	50 días
0%		135	165	176	235
5%		143	170	186	242
10%		125	156	201	249
15%		108	128	169	211

TABLA 4.2 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – 175 Kg/cm² (ACI).



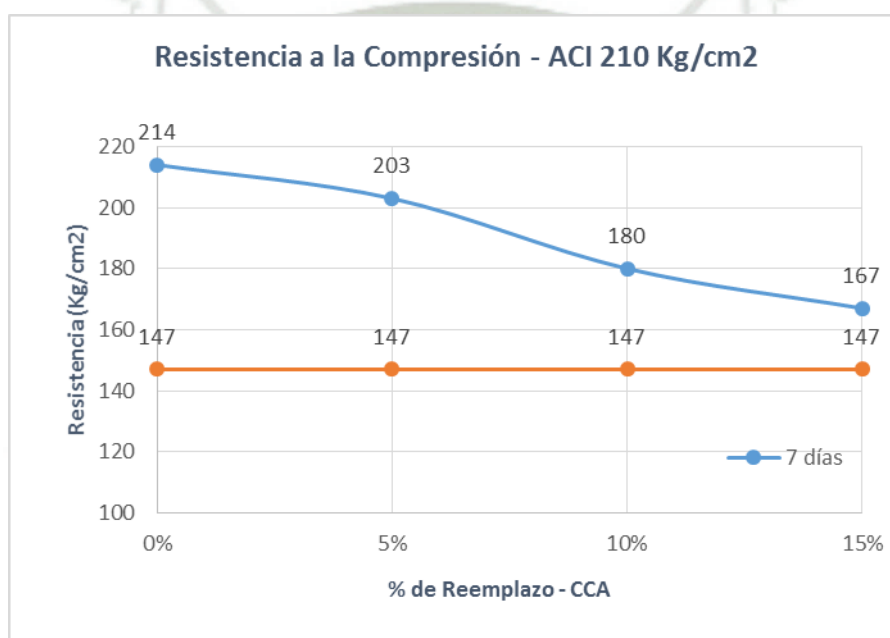
GRÁFICA 4.30 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 175 KG/CM² (ACI).

4.2.1.3. CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 147 Kg/cm² (70% de 210 kg/cm²).

$f'c$	210 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	147 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

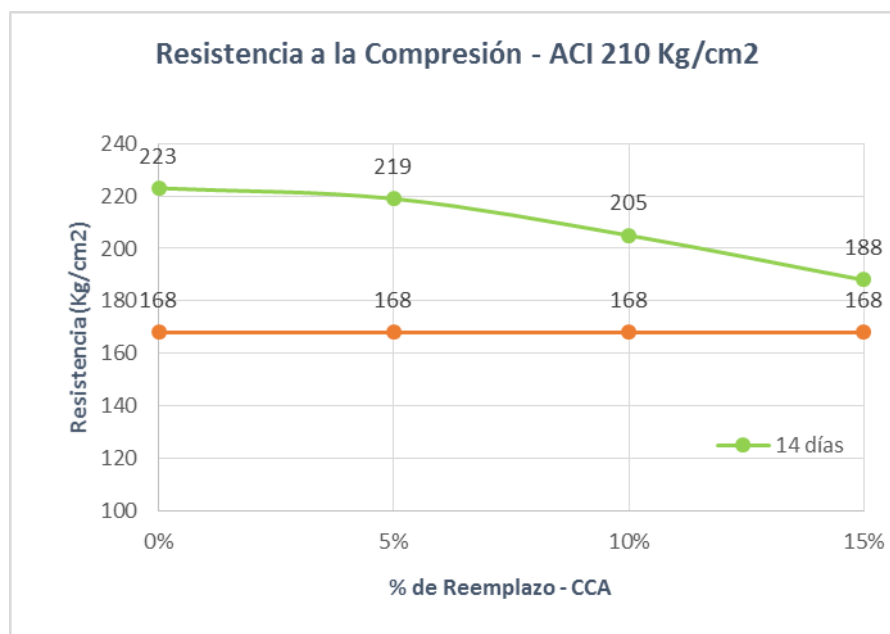


GRÁFICA 4.31 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 210 Kg/cm² - 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 168 Kg/cm² (80% de 210 kg/cm²).

f'_c	210 Kg/cm ²
f'_c (80%)	168 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

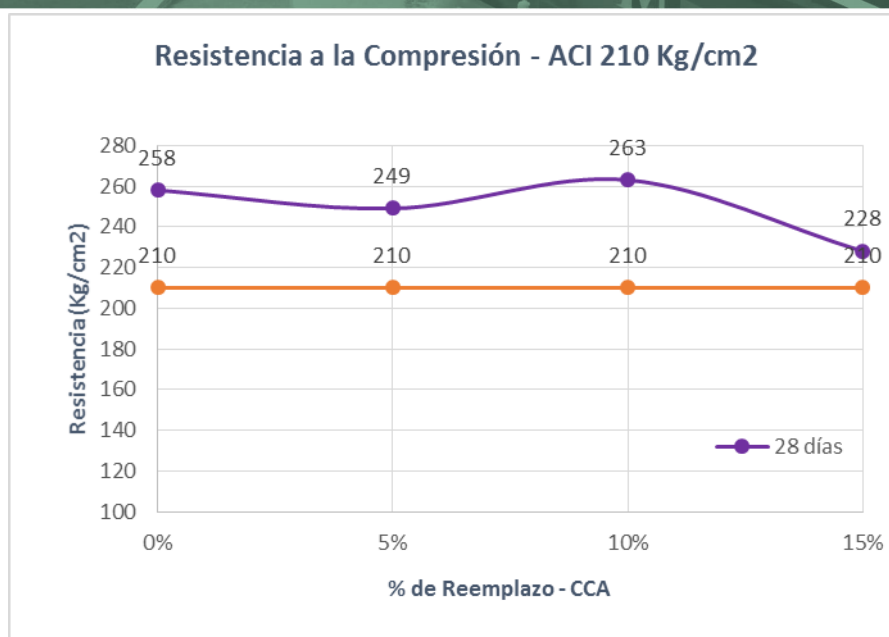


GRÁFICA 4.32 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 210 KG/CM² – 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 210 Kg/cm² (100% de 210 kg/cm²).

f'_c	210 Kg/cm ²
f'_c (100%)	210 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

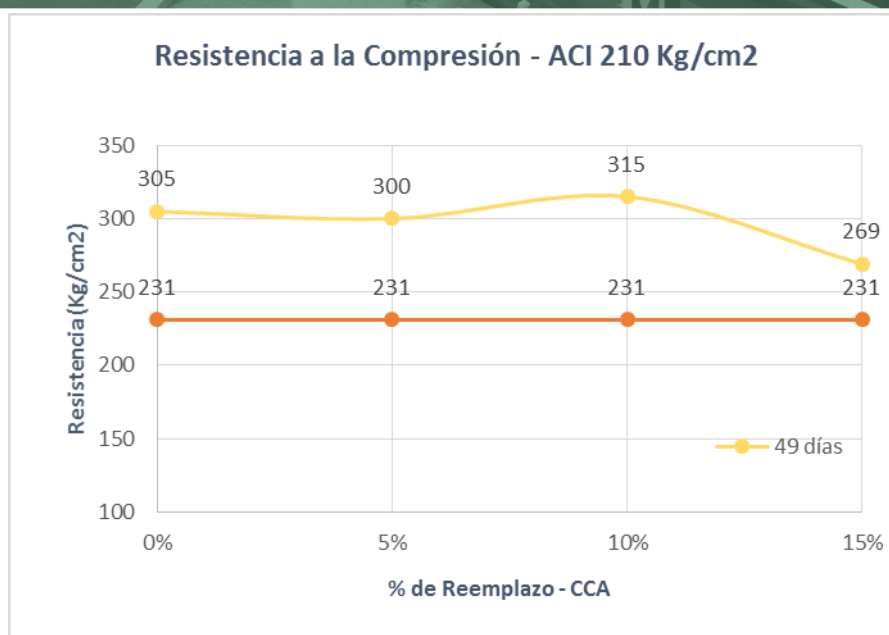


GRÁFICA 4.33 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 210 Kg/cm² – 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 231 Kg/cm² (110% de 210 kg/cm²).

<i>f_c</i>	210 Kg/cm ²
<i>f_c (110%)</i>	231 Kg/cm ²
<i>% Reemplazo</i>	0%, 5%, 10% y 15%
<i>Días</i>	49



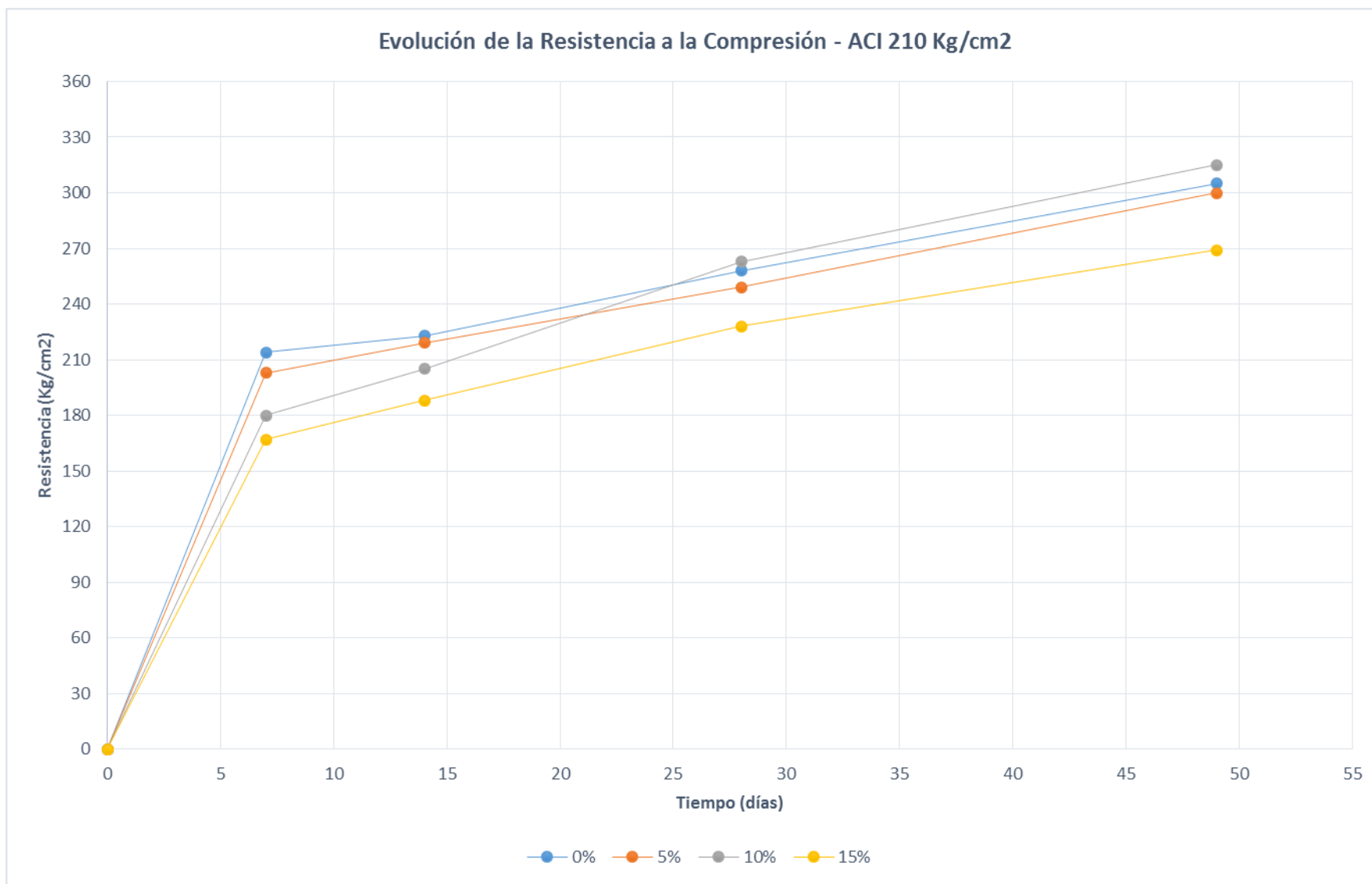
GRÁFICA 4.34 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 210 Kg/cm² – 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De Reemplazo	Resistencia promedio obtenida en días (kg/cm ²)			
	7 días	14 días	28 días	49 días
0%	214	223	258	305
5%	203	219	249	300
10%	180	205	263	315
15%	167	188	228	269

TABLA 4.3 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 210 Kg/cm² (ACI).



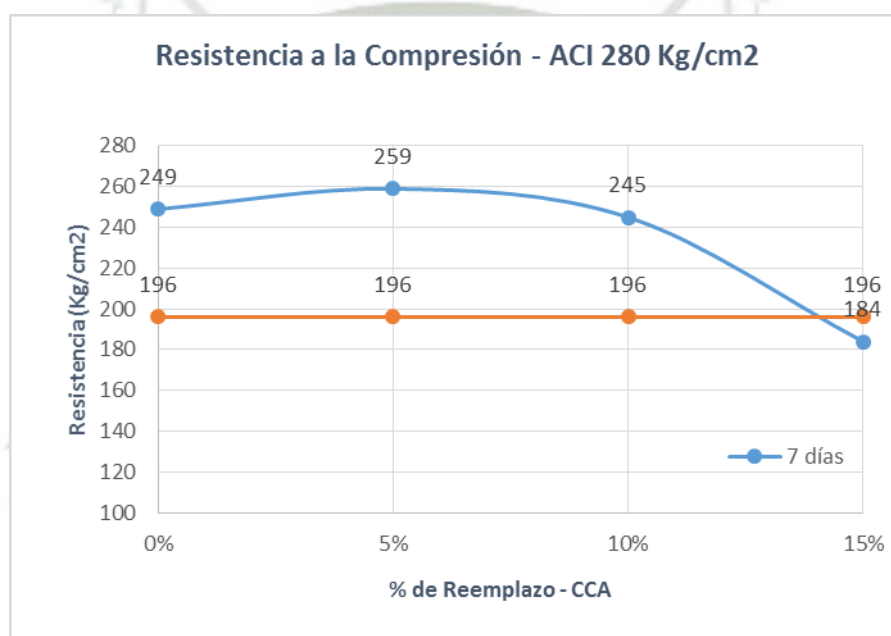
GRÁFICA 4.35 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 210 KG/CM² (ACI).

4.2.1.4. CONCRETO $f'c = 280 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 196 Kg/cm² (70% de 280 kg/cm²).

$f'c$	280 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	196 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

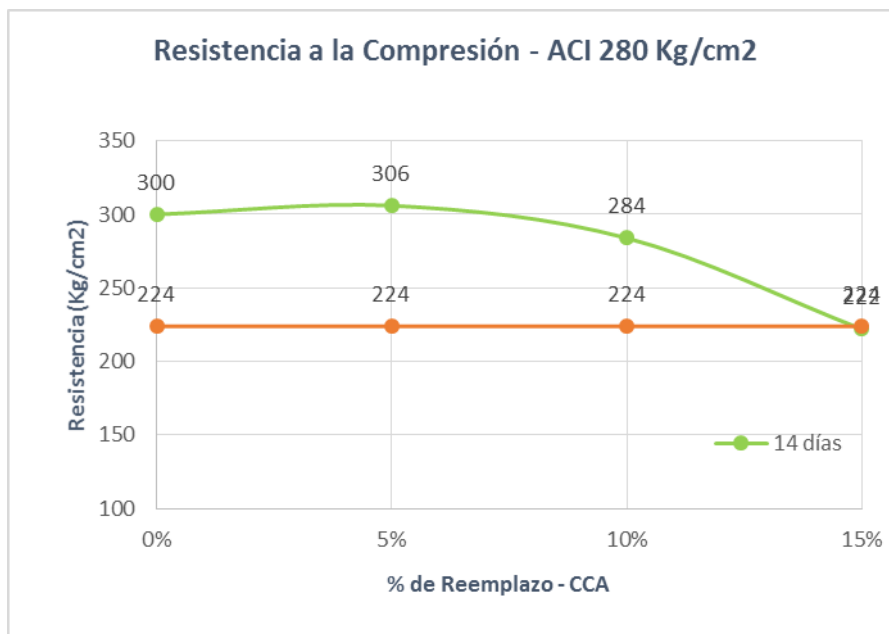


GRÁFICA 4.36 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 280 KG/CM² - 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 224 Kg/cm² (80% de 280 kg/cm²).

f'_c	280 Kg/cm ²
f'_c (80%)	224 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

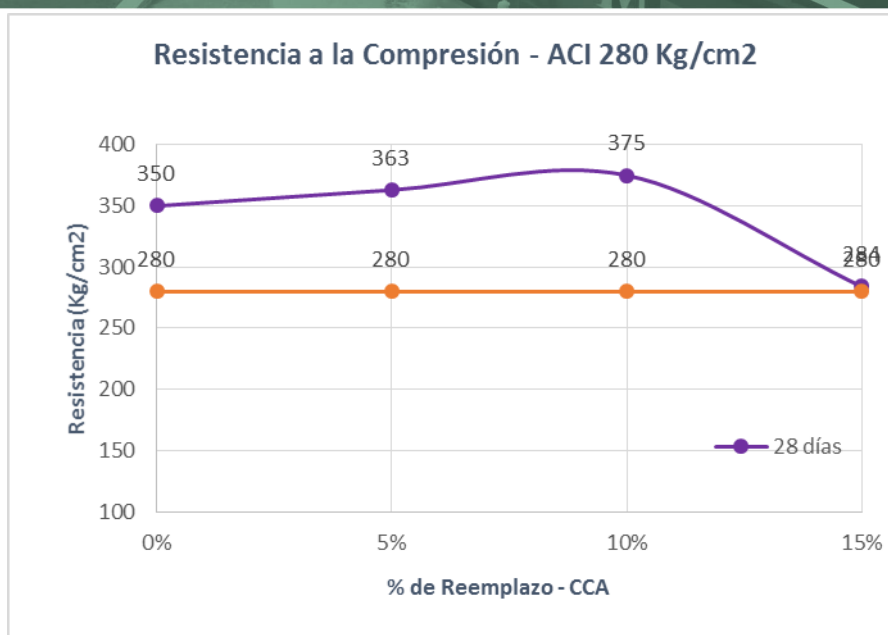


GRÁFICA 4.37 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – ACI 280 Kg/cm² – 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 280 Kg/cm² (100% de 280 kg/cm²).

f'_c	280 Kg/cm ²
f'_c (100%)	280 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

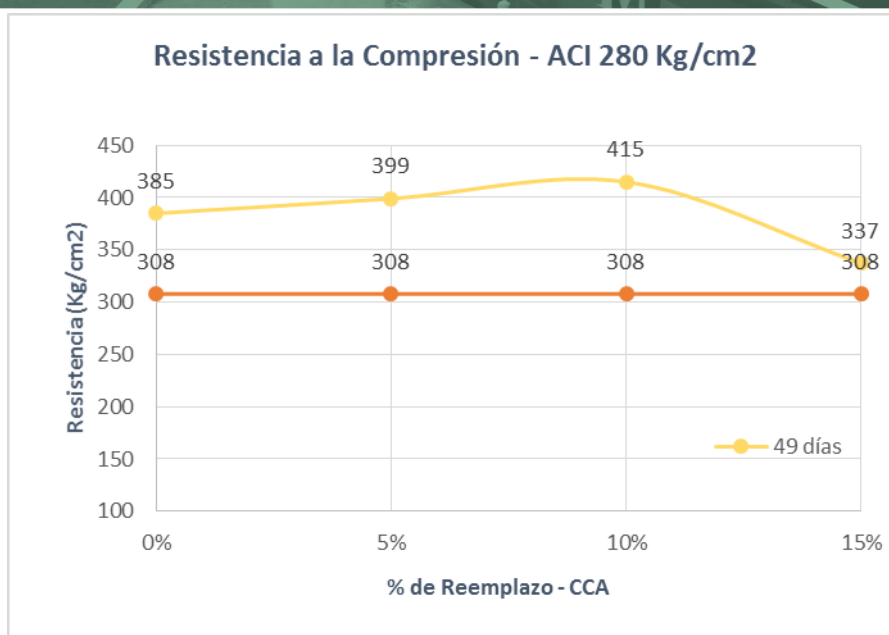


GRÁFICA 4.38 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 280 Kg/cm² – 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 308 Kg/cm² (110% de 280 kg/cm²).

<i>f'c</i>	280 Kg/cm ²
<i>f'c</i> (110%)	308 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49



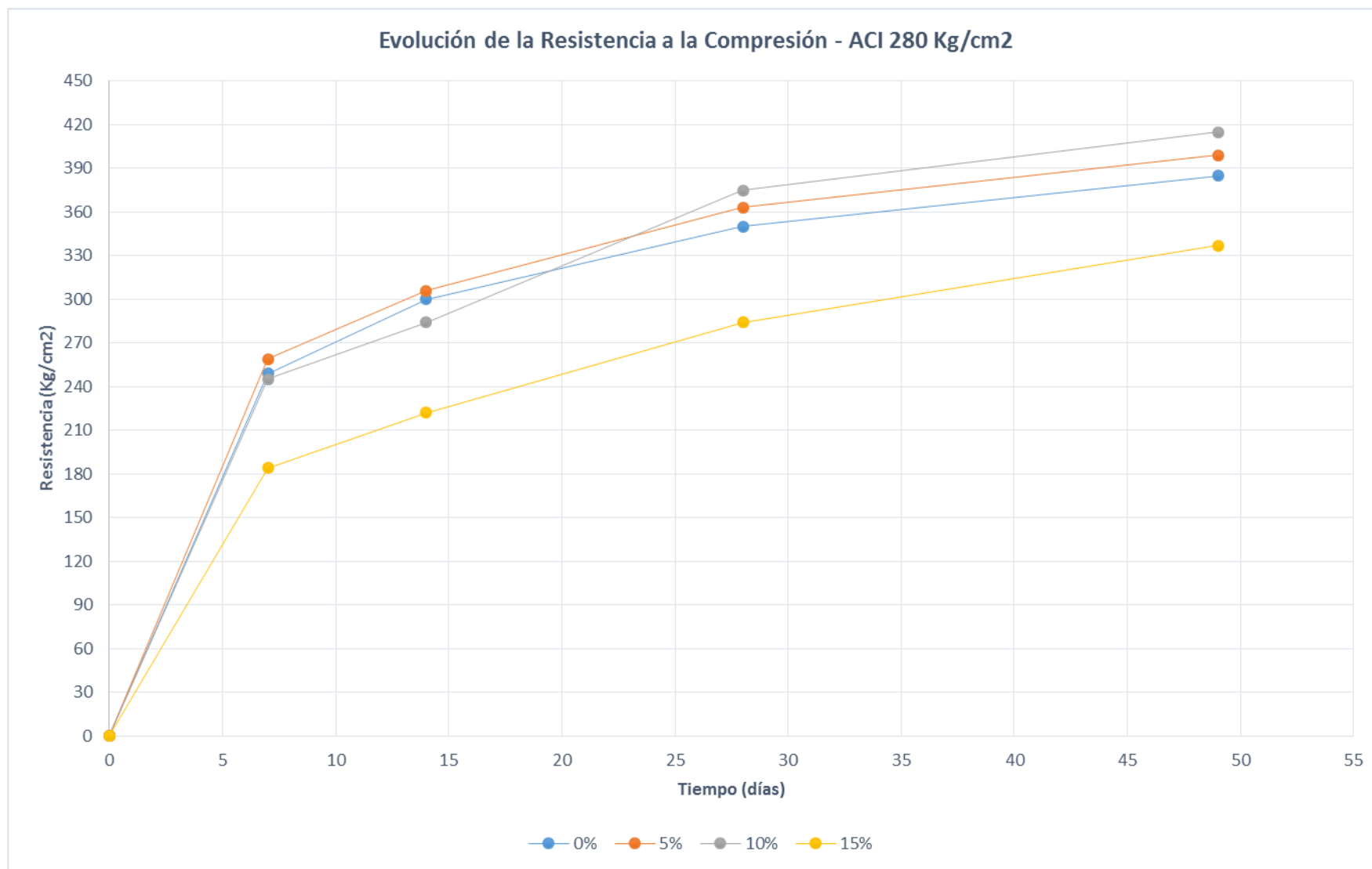
GRÁFICA 4.39 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 280 KG/CM² - 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De Reemplazo	Resistencia promedio obtenida en días (kgf/cm ²)			
	7 días	14 días	28 días	49 días
0%	249	300	350	385
5%	259	306	363	399
10%	245	284	375	415
15%	184	222	284	337

TABLA 4.4 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 280 KG/CM² (ACI).



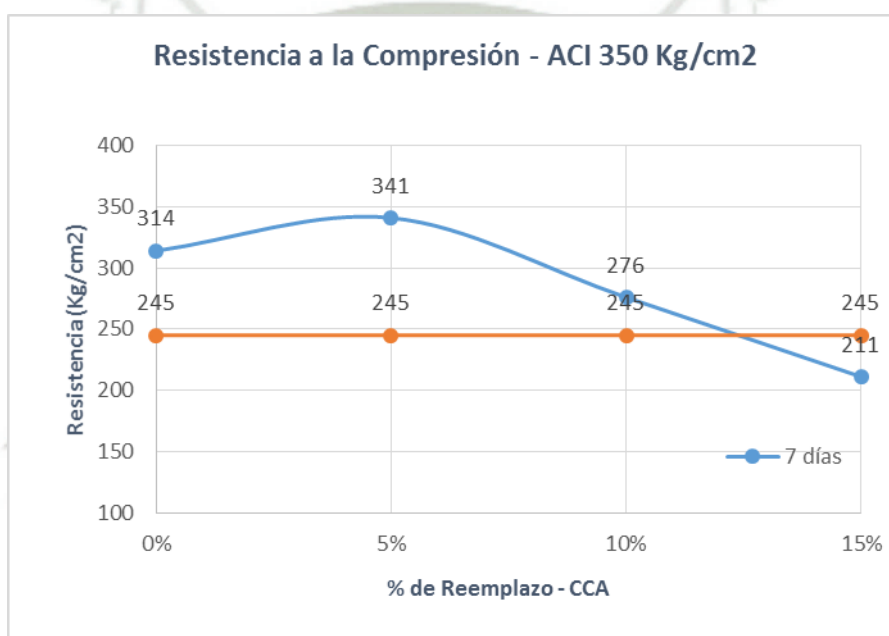
GRÁFICA 4.40 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 280 KG/CM² (ACI).

4.2.1.5. CONCRETO $f'c = 350 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 245 Kg/cm² (70% de 350 kg/cm²).

$f'c$	350 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	245 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

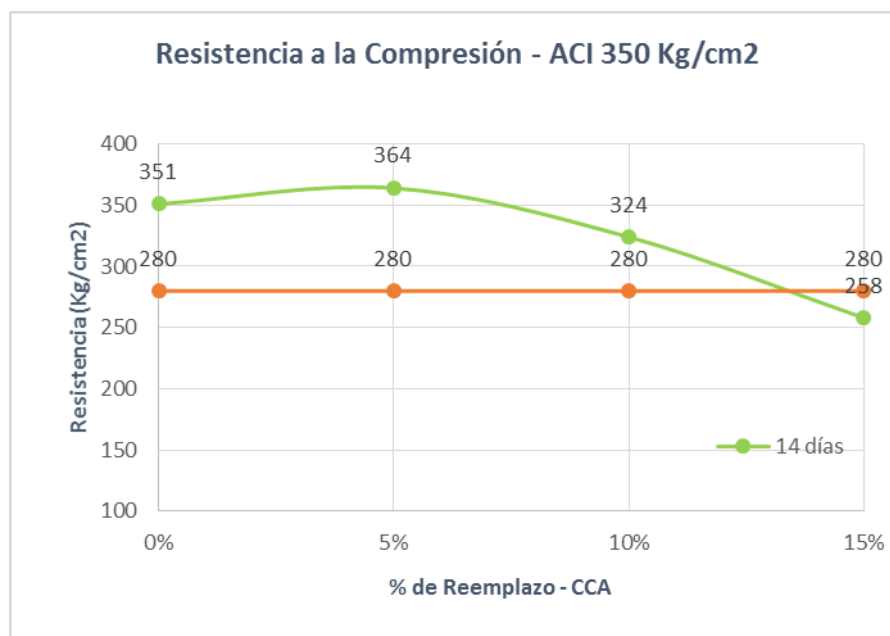


GRÁFICA 4.41 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 350 KG/CM² – 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 280 Kg/cm² (80% de 350 kg/cm²).

$f'c$	350 Kg/cm ²
$f'c$ (80%)	280 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

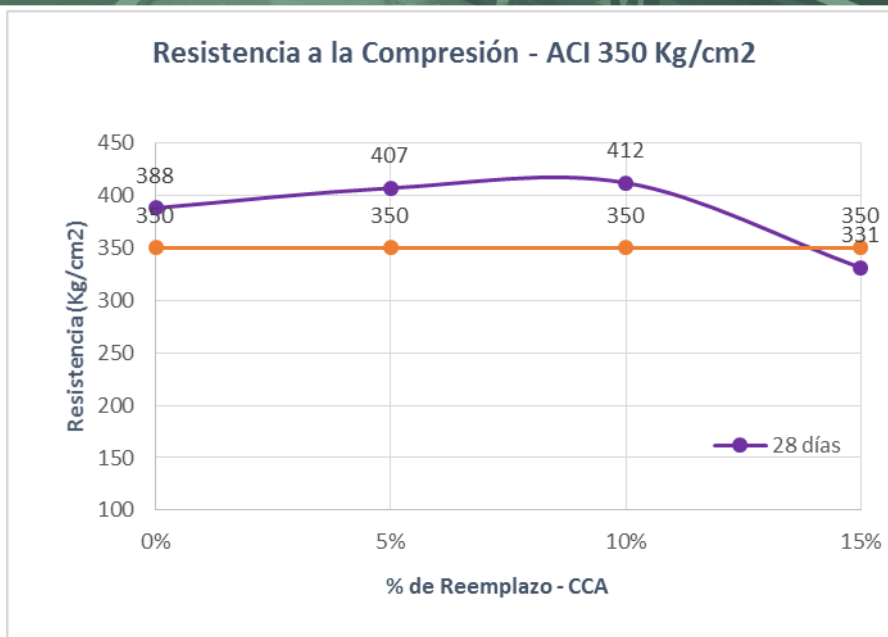


GRÁFICA 4.42 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - ACI 350 Kg/cm² – 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 350 Kg/cm² (100% de 350 kg/cm²).

$f'c$	350 Kg/cm ²
$f'c$ (100%)	350 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

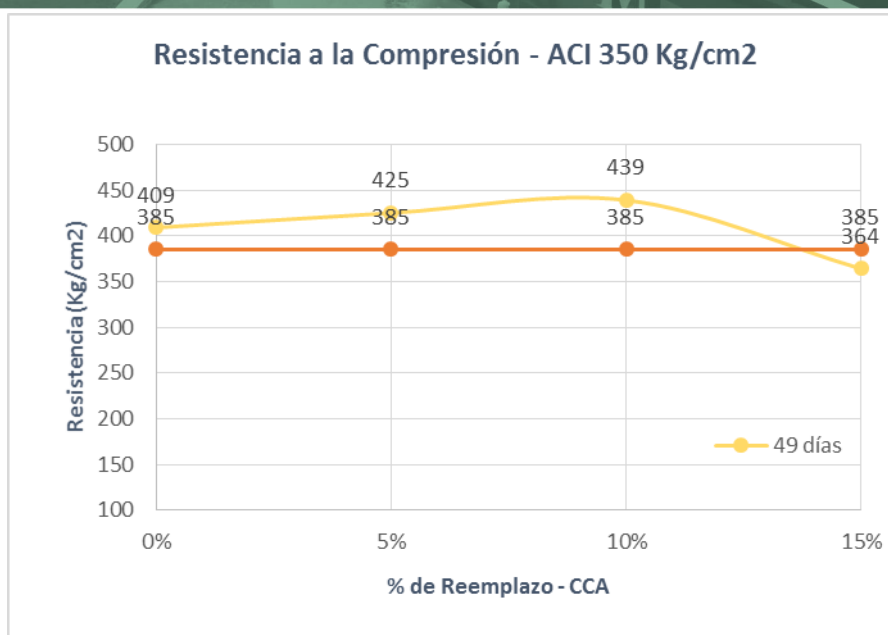


GRÁFICA 4.43 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – ACI 350 Kg/cm² – 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 385 Kg/cm² (110% de 350 kg/cm²).

<i>f'_c</i>	350 Kg/cm ²
<i>f'_c (100%)</i>	385 Kg/cm ²
<i>% Reemplazo</i>	0%, 5%, 10% y 15%
<i>Días</i>	49



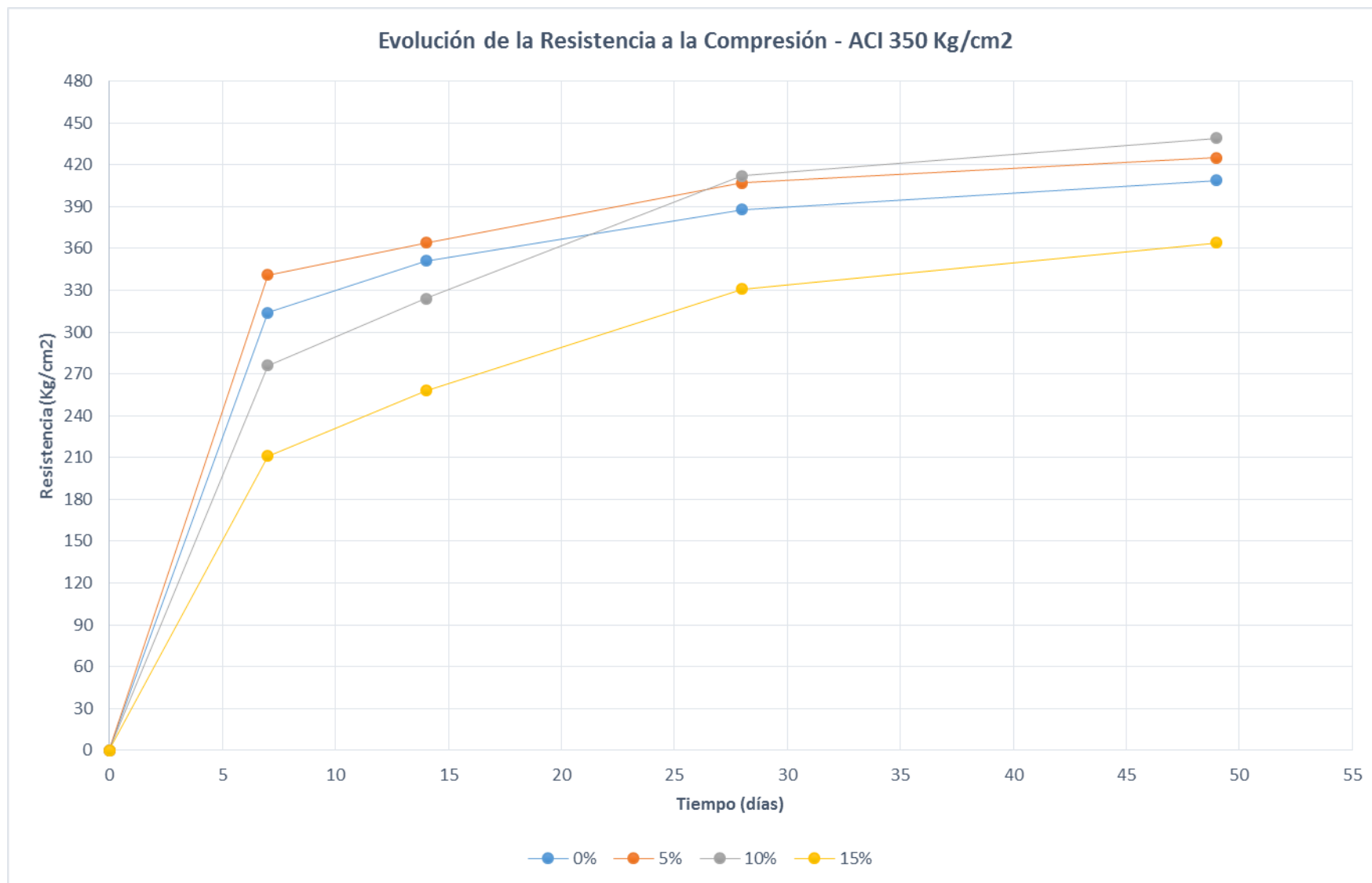
GRÁFICA 4.44 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – ACI 350 Kg/cm² – 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De Reemplazo	Resistencia promedio obtenida en días (kgf/cm ²)				
	0	7 días	14 días	28 días	49 días
0%	0	314	351	388	409
5%	0	341	364	407	425
10%	0	276	324	412	439
15%	0	211	258	331	364

TABLA 4.5 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 350 Kg/cm² (ACI).



GRÁFICA 4.45 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 350 KG/CM² (ACI).

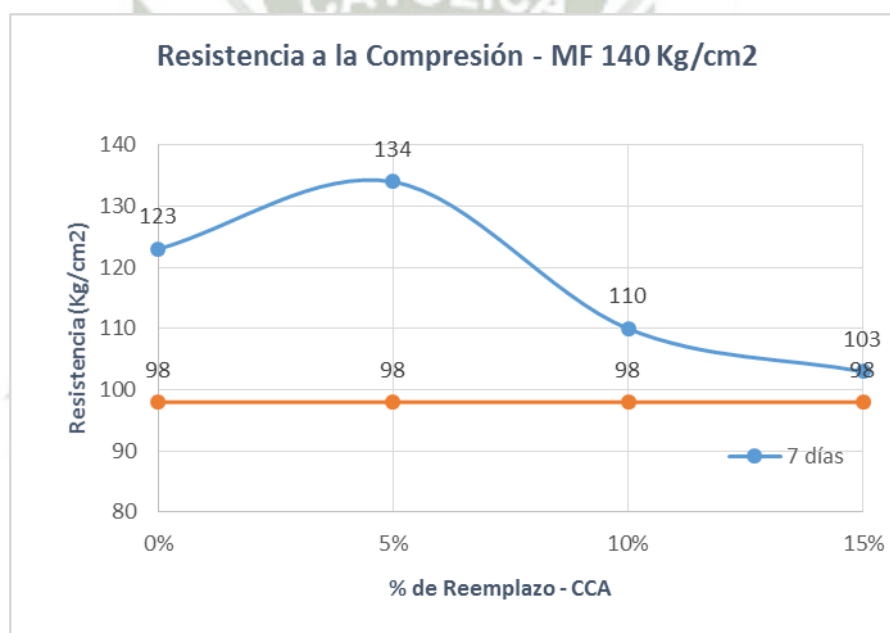
4.2.2. DISEÑOS MÉTODO MODULO DE FINEZA.

4.2.2.1. CONCRETO $f'c = 140 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 98 Kg/cm² (70% de 140 kg/cm²).

$f'c$	140 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	98 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

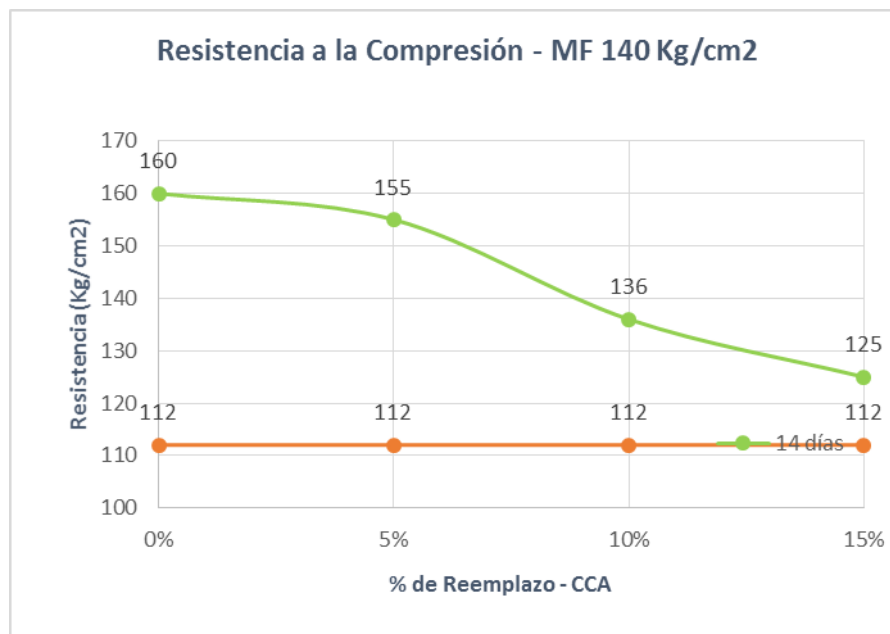


GRÁFICA 4.46 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 140 KG/CM² - 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 112 Kg/cm² (80% de 140 kg/cm²).

$f'c$	140 Kg/cm ²
$f'c$ (80%)	112 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

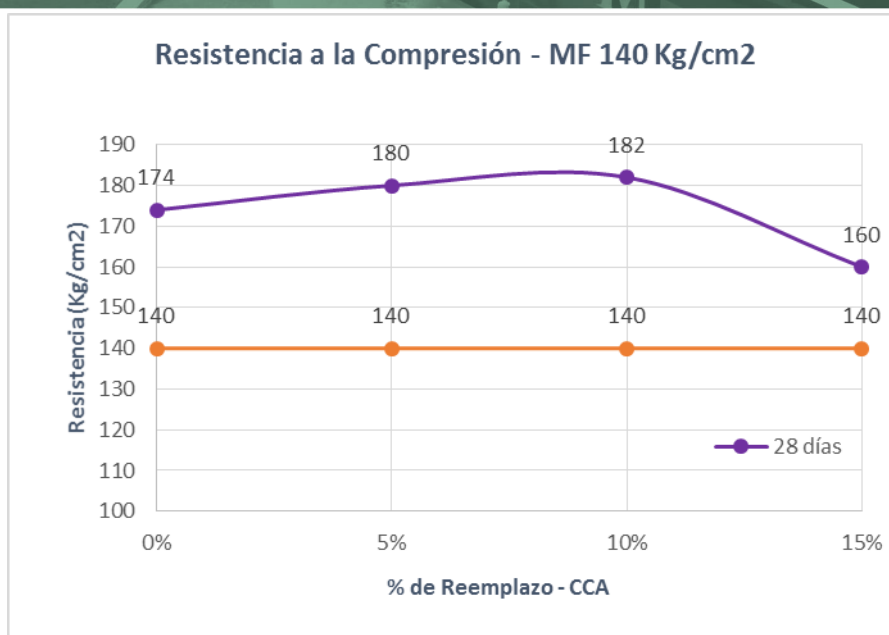


GRÁFICA 4.47 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 140 KG/CM² - 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 140 Kg/cm² (100% de 140 kg/cm²).

$f'c$	140 Kg/cm ²
$f'c$ (100%)	140 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

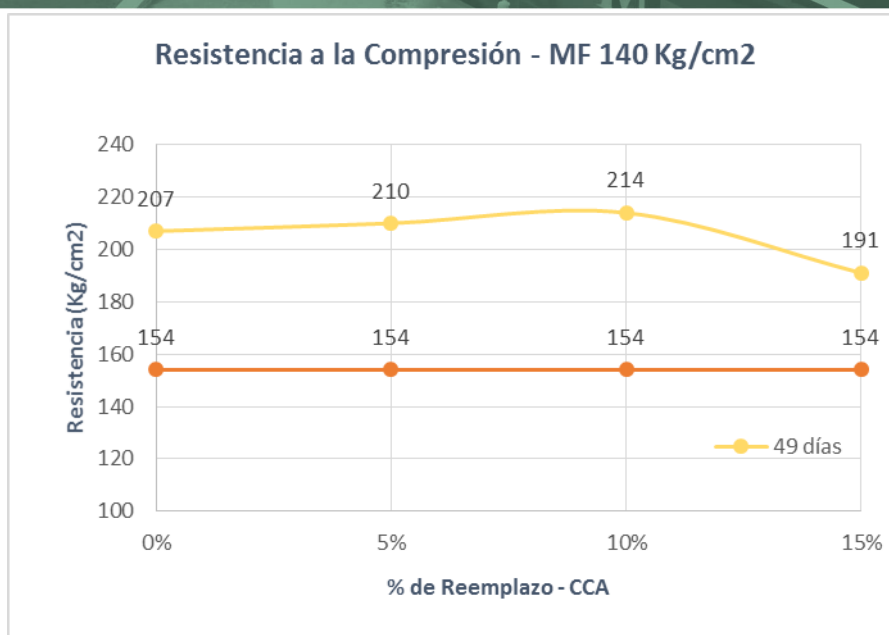


GRÁFICA 4.48 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 140 Kg/cm² - 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 154 Kg/cm² (110% de 140 kg/cm²).

<i>f'c</i>	140 Kg/cm ²
<i>f'c</i> (110%)	154 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49



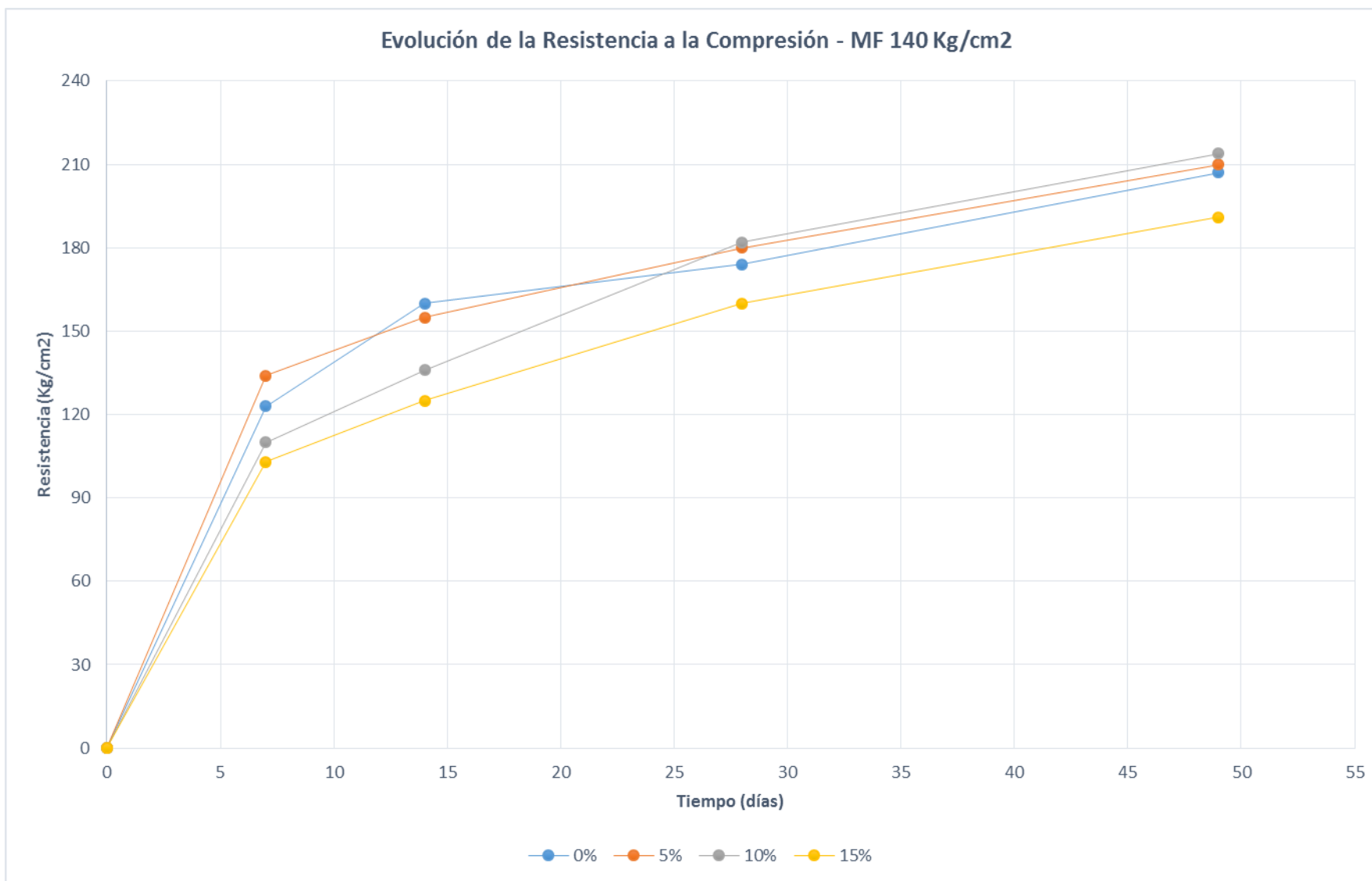
GRÁFICA 4.49 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 140 KG/CM² - 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De Reemplazo	Resistencia promedio obtenida en días (kg/cm ²)				
	0	7 días	14 días	28 días	49 días
0%	0	123	160	174	207
5%	0	134	155	180	210
10%	0	110	136	182	214
15%	0	103	125	160	191

TABLA 4.6 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 140 KG/CM² (MF).



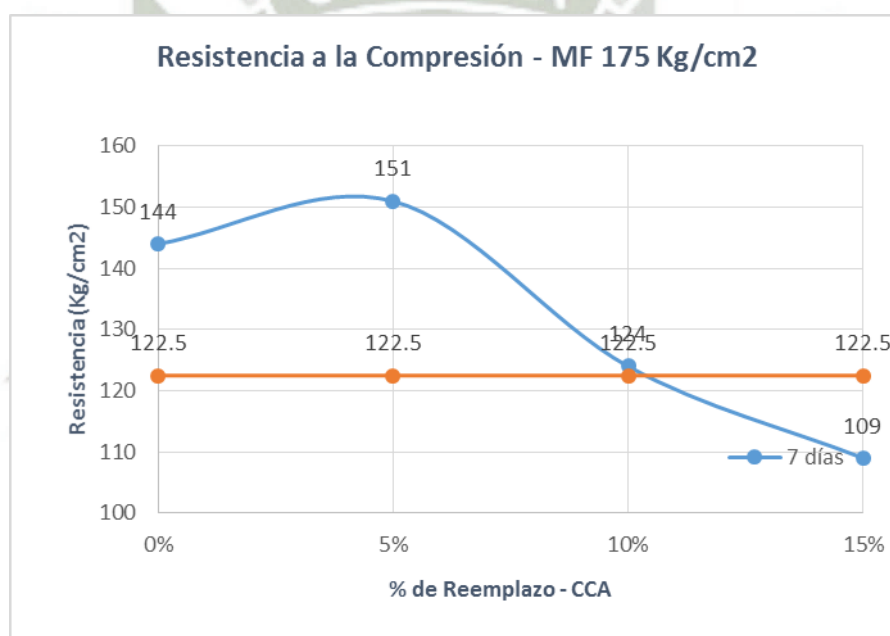
GRÁFICA 4.50 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 140 KG/CM² (MF).

4.2.2.2. CONCRETO $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 122.5 Kg/cm² (70% de 175 kg/cm²).

$f'c$	175 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	122.5 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

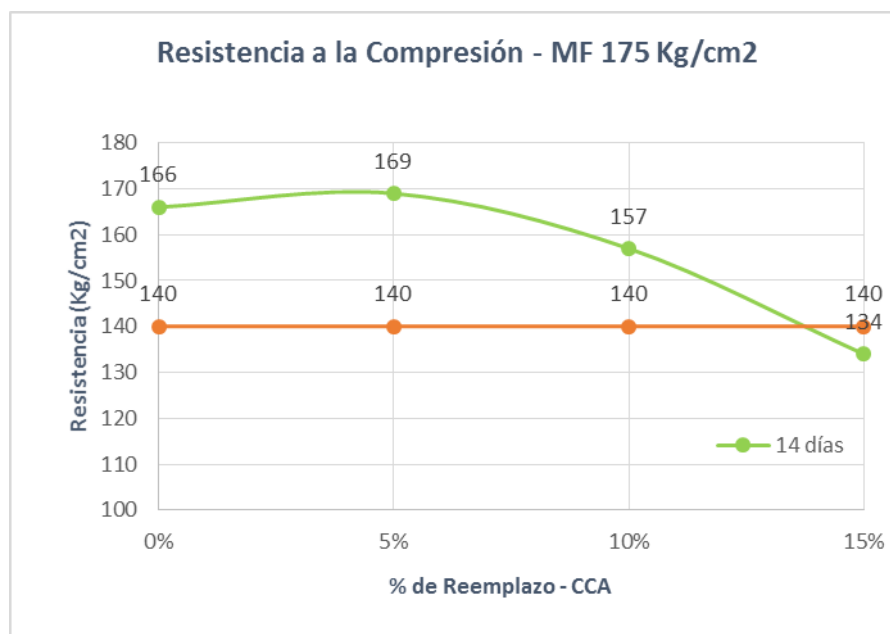


GRÁFICA 4.51 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – MF 175 Kg/cm² – 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 140 Kg/cm² (80% de 175 kg/cm²).

f'_c	175 Kg/cm ²
f'_c (80%)	140 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

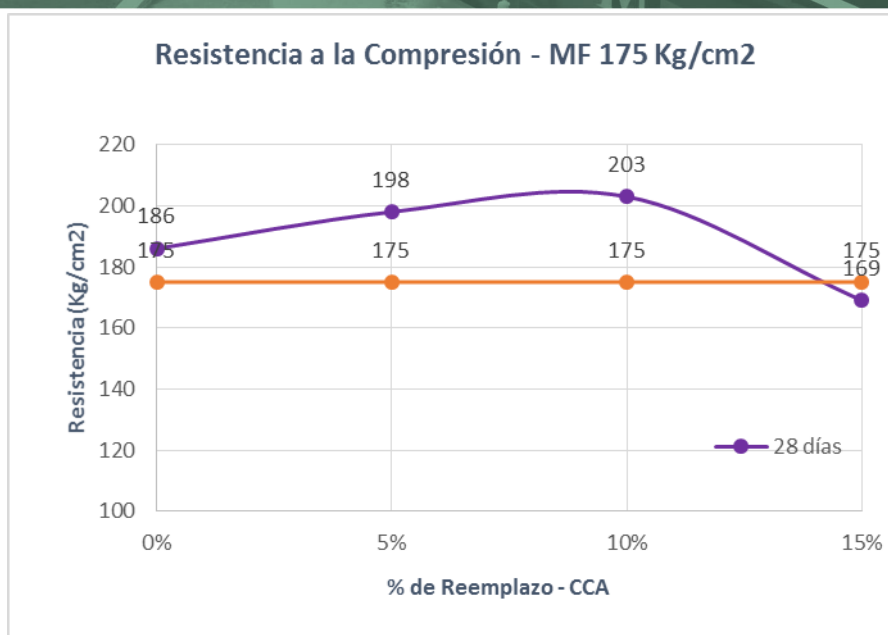


GRÁFICA 4.52 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 175 Kg/cm² - 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 175 Kg/cm² (100% de 175 kg/cm²).

f'_c	175 Kg/cm ²
f'_c (100%)	175 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

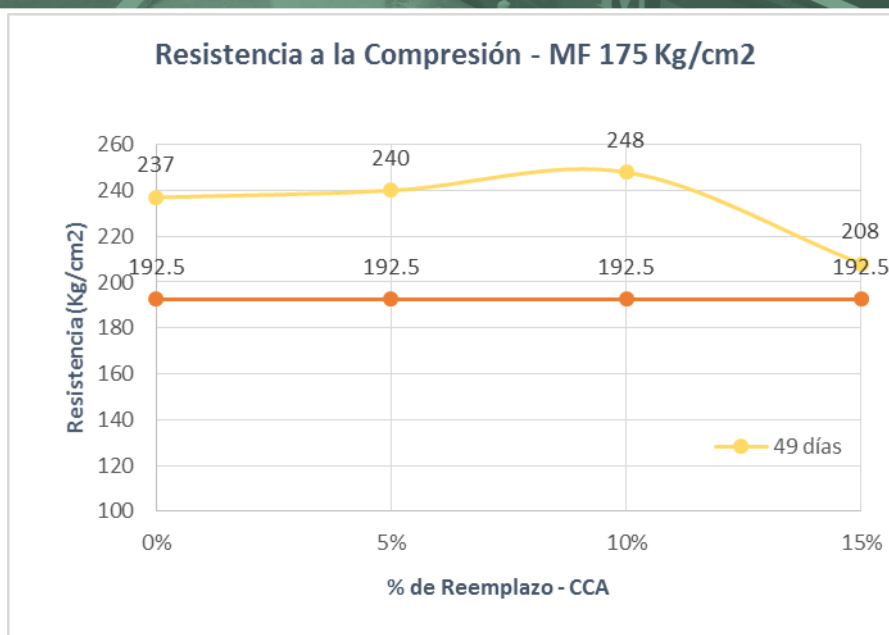


GRÁFICA 4.53 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 175 KG/CM² – 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 192.5 Kg/cm² (110% de 175 kg/cm²).

<i>f'_c</i>	175 Kg/cm ²
<i>f'_c (110%)</i>	192.5 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49



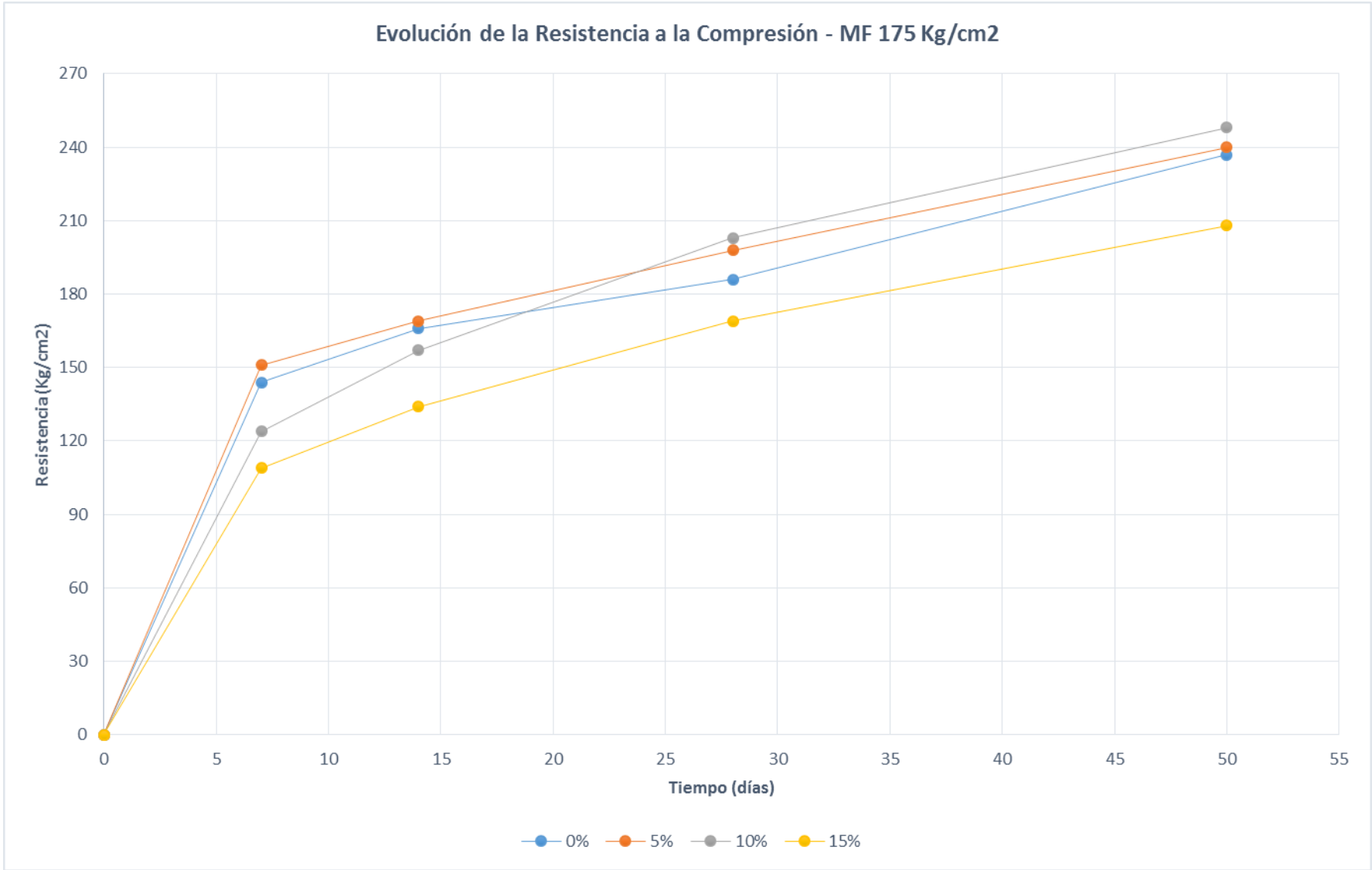
GRÁFICA 4.54 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 175 Kg/cm² – 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De Reemplazo	Resistencia promedio obtenida en días (kgf/cm ²)				
	0	7 días	14 días	28 días	50 días
0%	0	144	166	186	237
5%	0	151	169	198	240
10%	0	124	157	203	248
15%	0	109	134	169	208

TABLA 4.7 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 175 KG/CM² (MF).



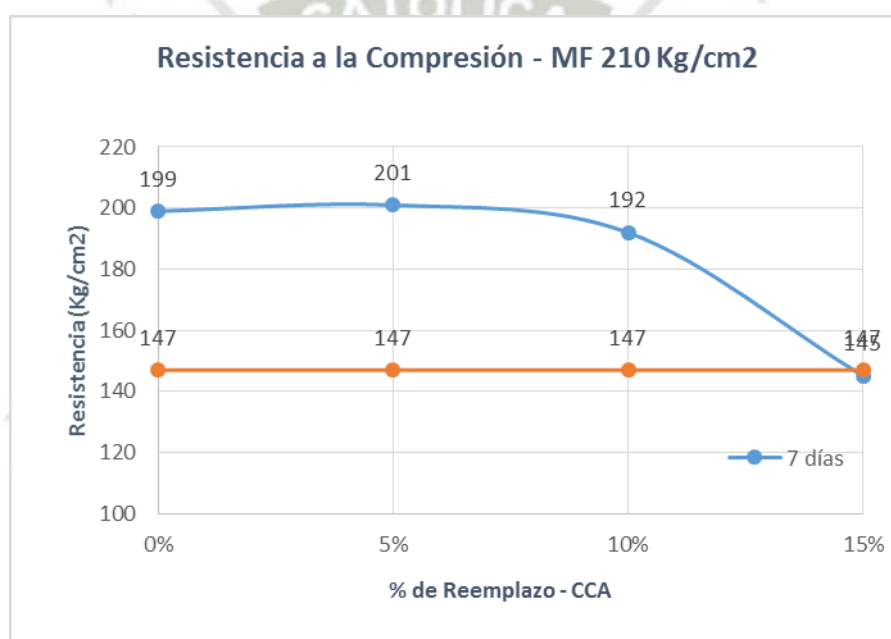
GRÁFICA 4.55 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 175 KG/CM² (MF).

4.2.2.3. CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 147 Kg/cm² (70% de 210 kg/cm²).

$f'c$	210 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	147 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

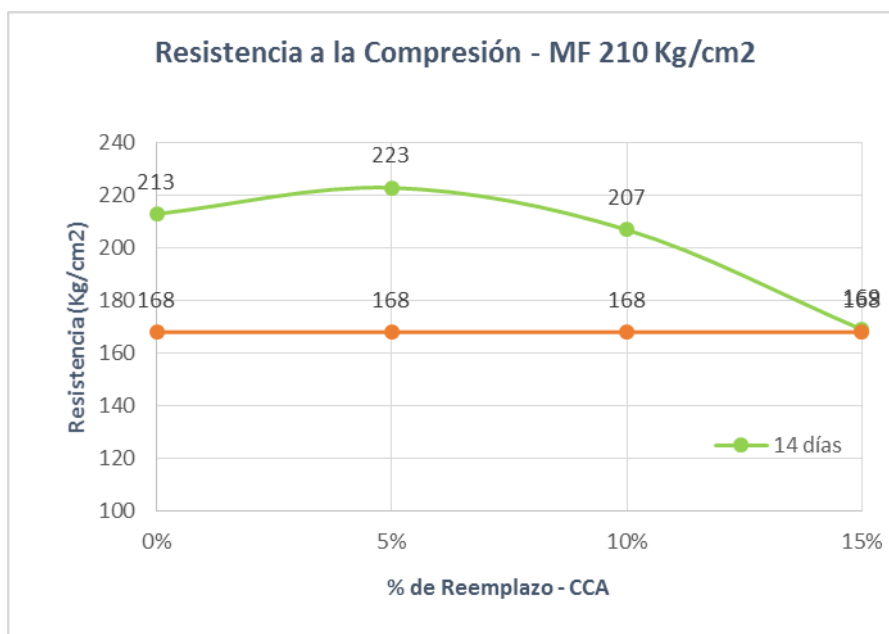


GRÁFICA 4.56 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 210 KG/CM² - 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 168 Kg/cm² (80% de 210 kg/cm²).

$f'c$	210 Kg/cm ²
$f'c$ (80%)	168 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

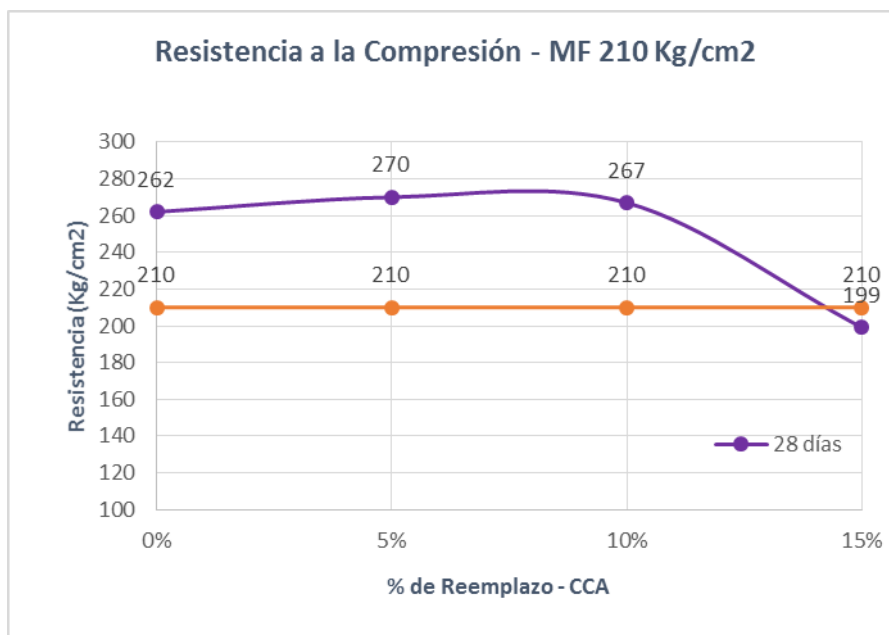


GRÁFICA 4.57 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 210 Kg/cm² – 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 210 Kg/cm² (100% de 210 kg/cm²).

$f'c$	210 Kg/cm ²
$f'c$ (100%)	210 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

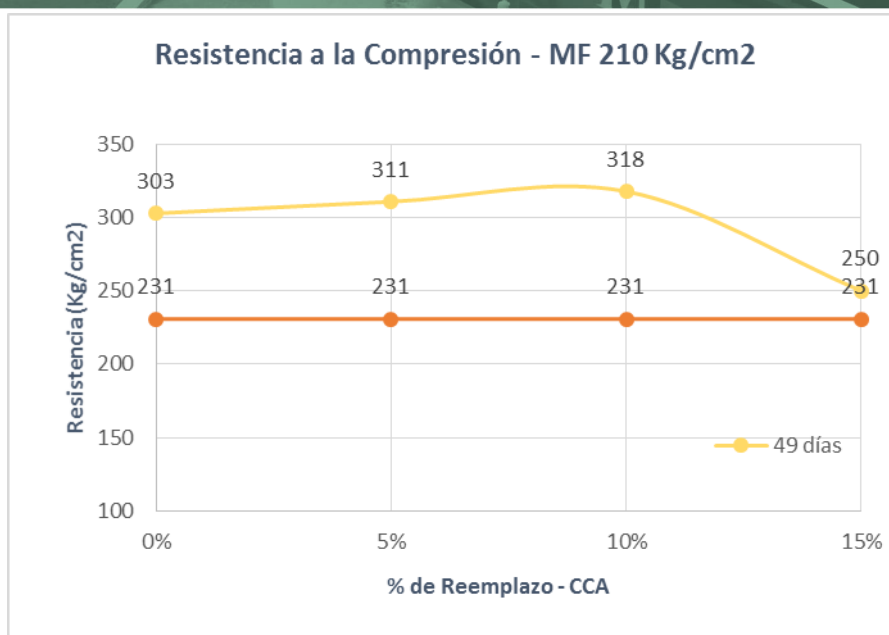


GRÁFICA 4.58 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 210 Kg/cm² – 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 231 Kg/cm² (110% de 210 kg/cm²).

<i>f'c</i>	210 Kg/cm ²
<i>f'c</i> (110%)	231 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49



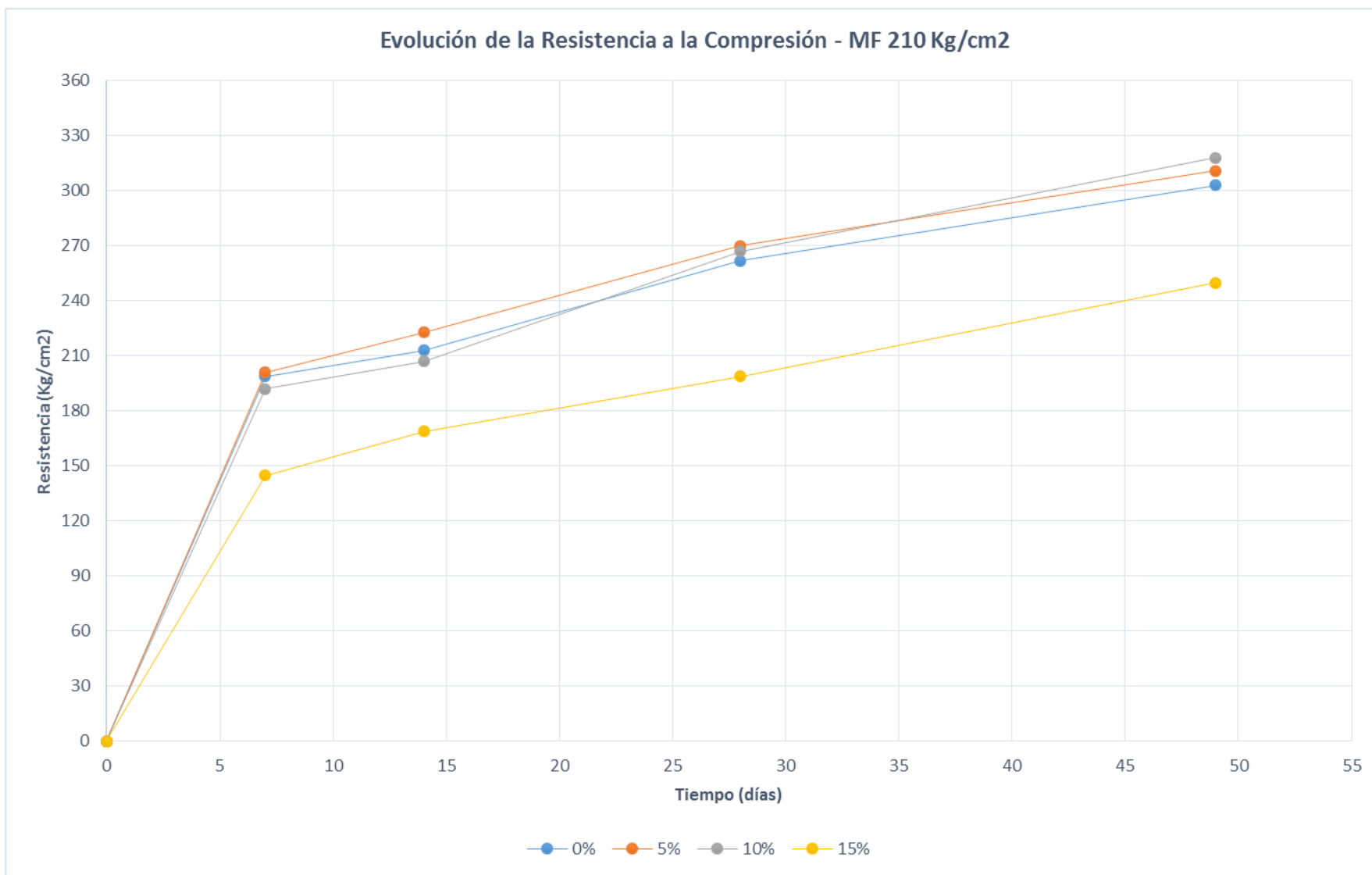
GRÁFICA 4.59 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 210 KG/CM² – 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De Reemplazo	Resistencia promedio obtenida en días (kgf/cm ²)			
	7 días	14 días	28 días	49 días
0%	199	213	262	303
5%	201	223	270	311
10%	192	207	267	318
15%	145	169	199	250

TABLA 4.8 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 210 KG/CM² (MF).



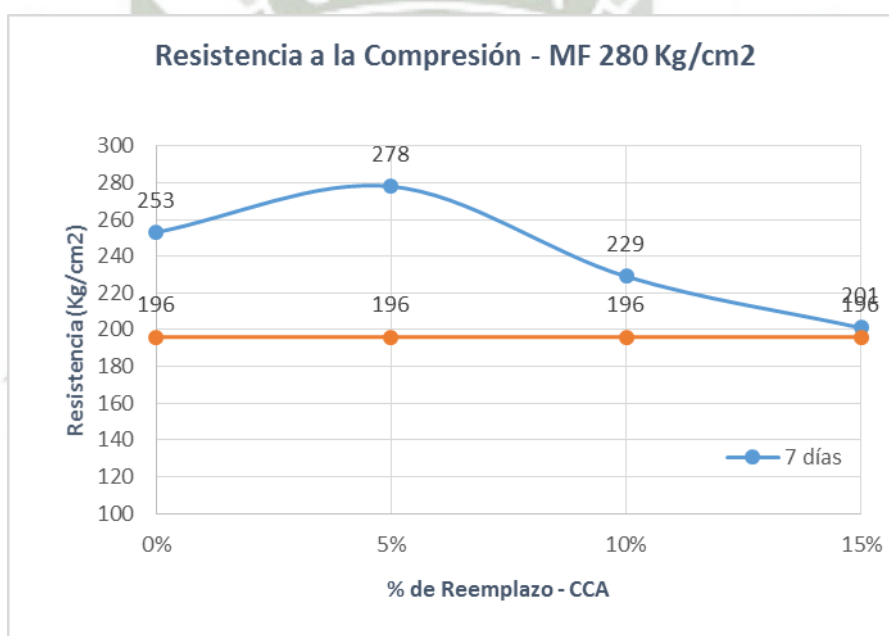
GRÁFICA 4.60 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 210 KG/CM² (MF).

4.2.2.4. CONCRETO $f'c = 280 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 196 Kg/cm² (70% de 280 kg/cm²).

$f'c$	280 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	196 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

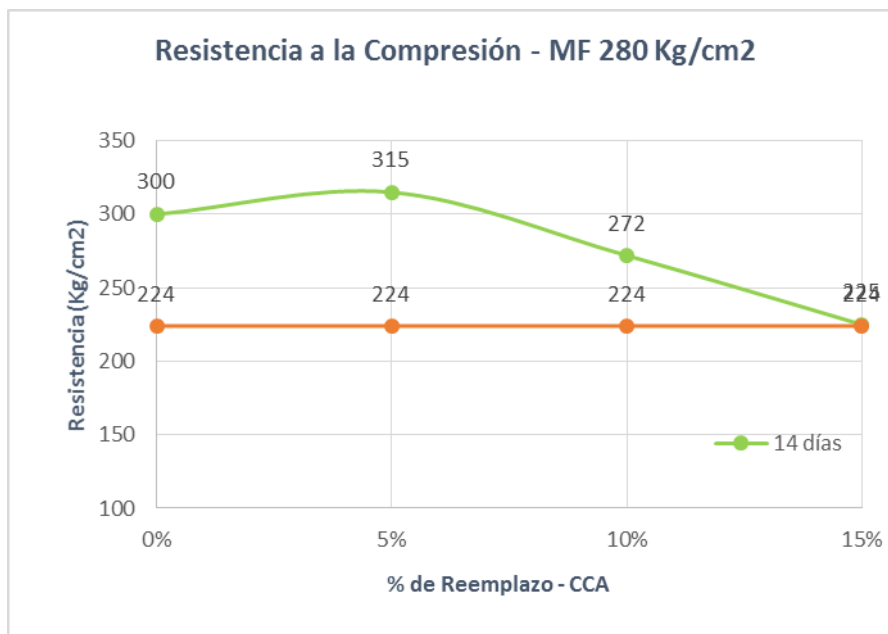


GRÁFICA 4.61 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 280 KG/CM² – 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 224 Kg/cm² (80% de 280 kg/cm²).

$f'c$	280 Kg/cm ²
$f'c$ (80%)	224 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

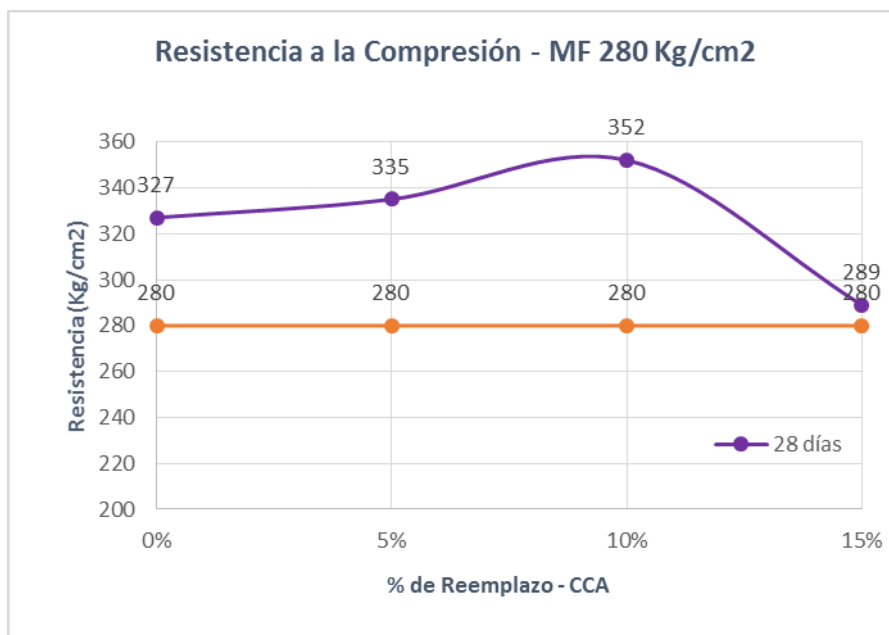


GRÁFICA 4.62 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – MF 280 Kg/cm² – 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 280 Kg/cm² (100% de 280 kg/cm²).

$f'c$	280 Kg/cm ²
$f'c$ (100%)	280 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

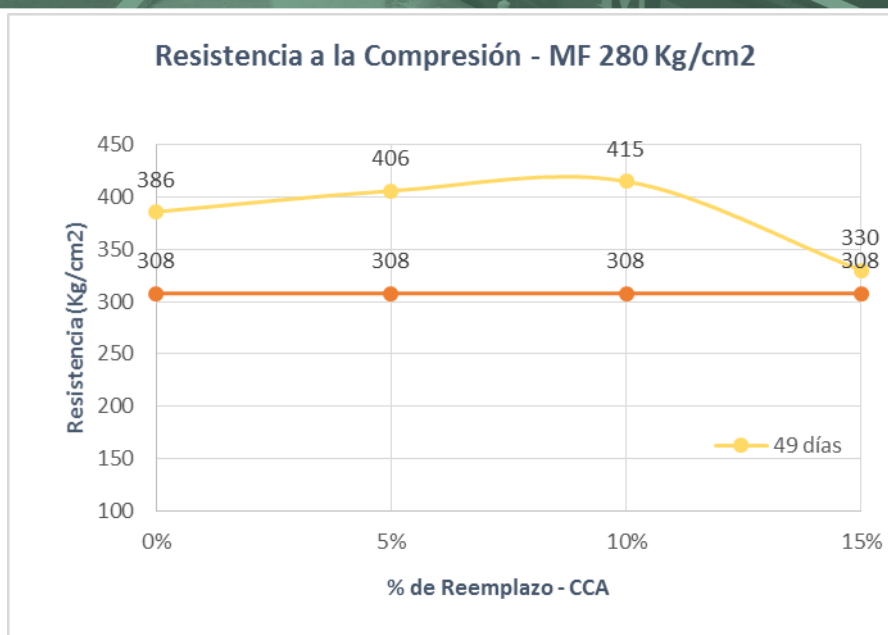


GRÁFICA 4.63 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 280 Kg/cm² – 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 15 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 308 Kg/cm² (110% de 280 kg/cm²).

<i>f'_c</i>	280 Kg/cm ²
<i>f'_c (110%)</i>	308 Kg/cm ²
<i>% Reemplazo</i>	0%, 5%, 10% y 15%
<i>Días</i>	49



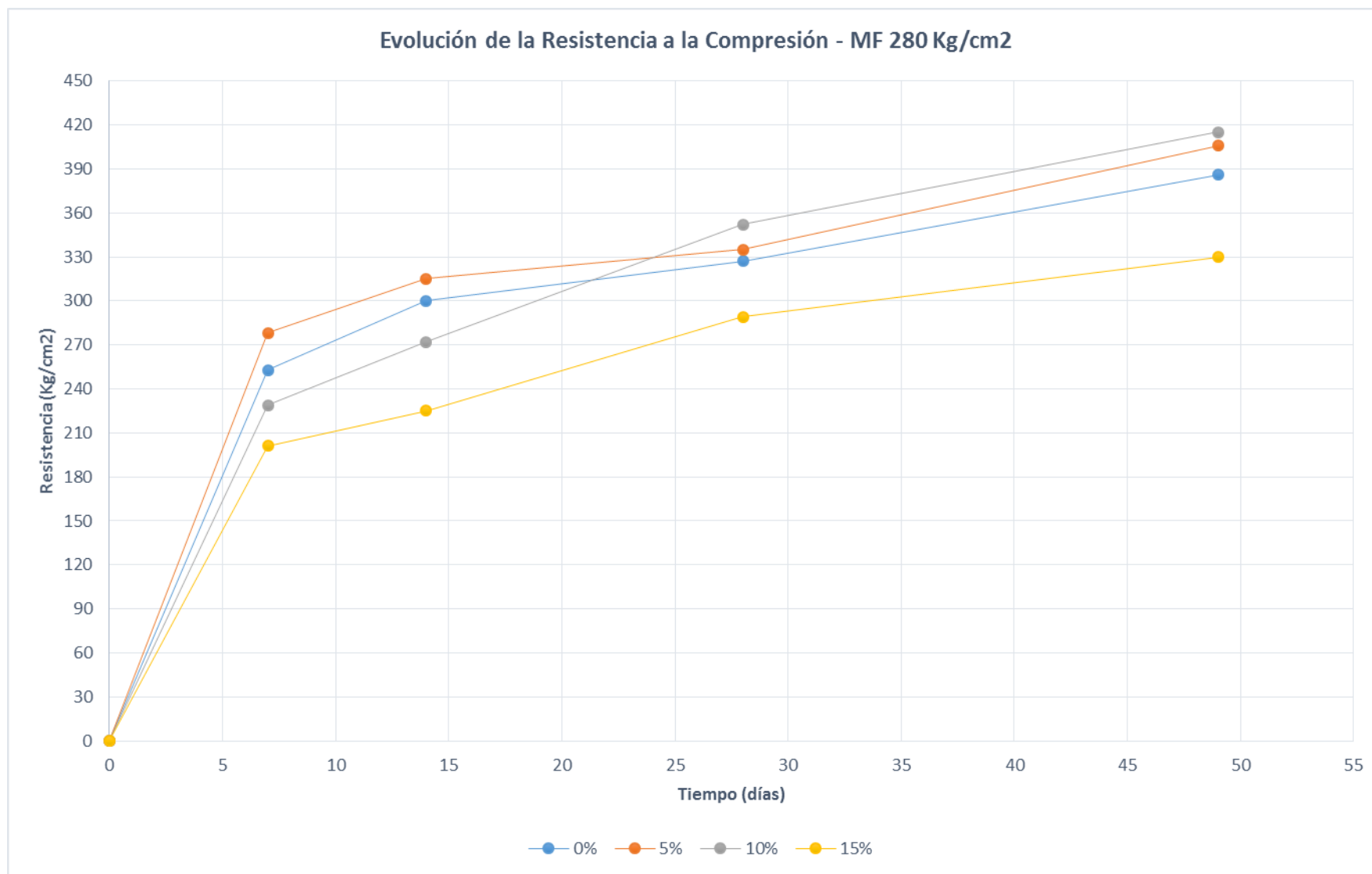
GRÁFICA 4.64 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 280 KG/CM² - 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De Reemplazo	Resistencia promedio obtenida en días (kgf/cm ²)			
	7 días	14 días	28 días	49 días
0%	253	300	327	386
5%	278	315	335	406
10%	229	272	352	415
15%	201	225	289	330

TABLA 4.9 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 280 KG/CM² (MF).



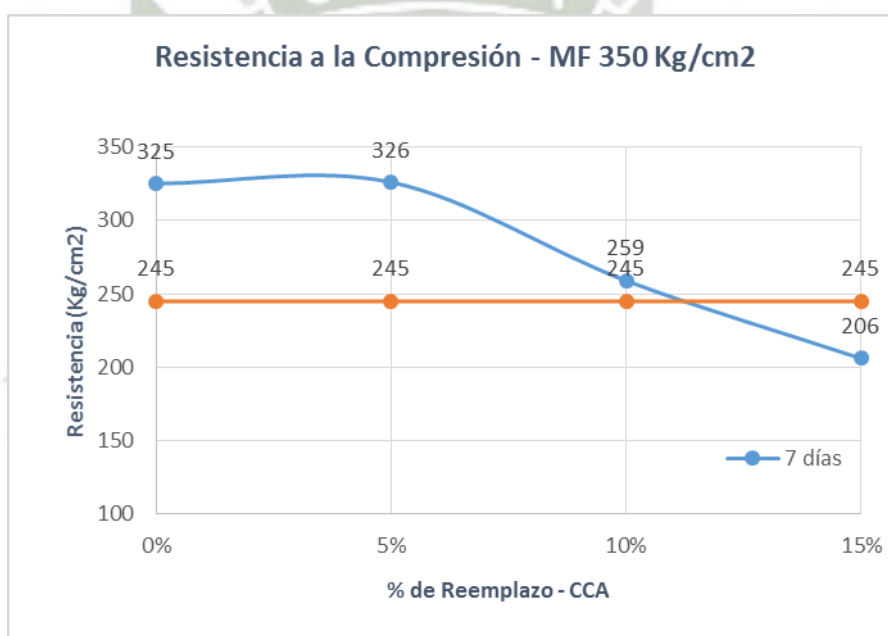
GRÁFICA 4.65 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 280 KG/CM² (MF).

4.2.2.5. CONCRETO $f'c = 350 \text{ KG/CM}^2$.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 245 Kg/cm² (70% de 350 kg/cm²).

$f'c$	350 Kg/cm ²
$f'c$ (70%)	245 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	7

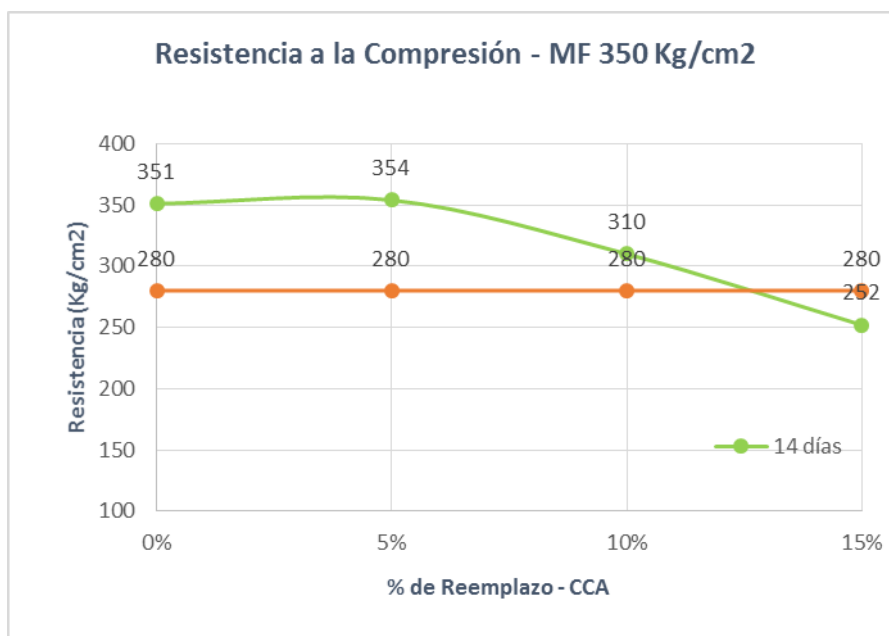


GRÁFICA 4.66 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 350 KG/CM² – 7 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 14 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 280 Kg/cm² (80% de 350 kg/cm²).

$f'c$	350 Kg/cm ²
$f'c$ (80%)	280 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	14

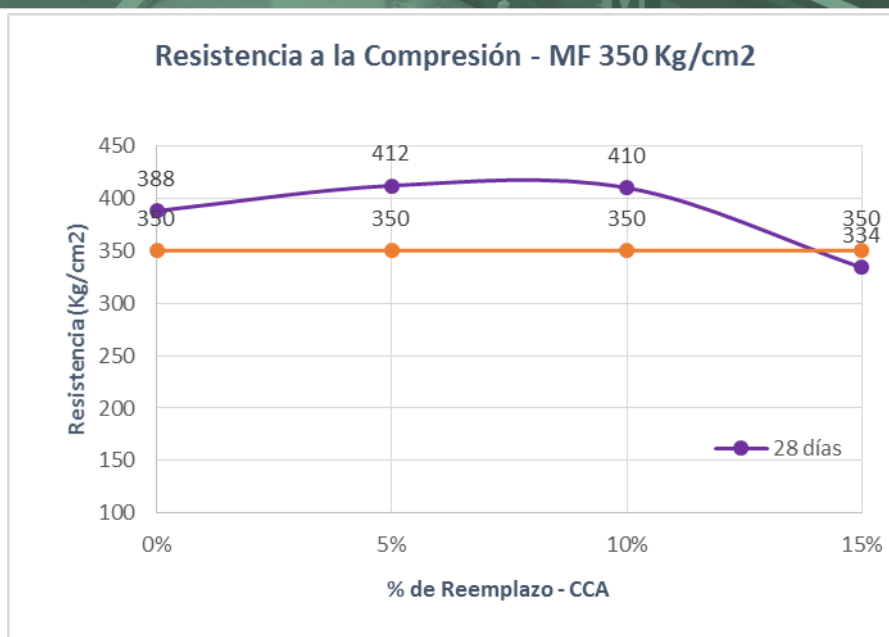


GRÁFICA 4.67 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MF 350 Kg/cm² – 14 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 350 Kg/cm² (100% de 350 kg/cm²).

$f'c$	350 Kg/cm ²
$f'c$ (100%)	350 Kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	28

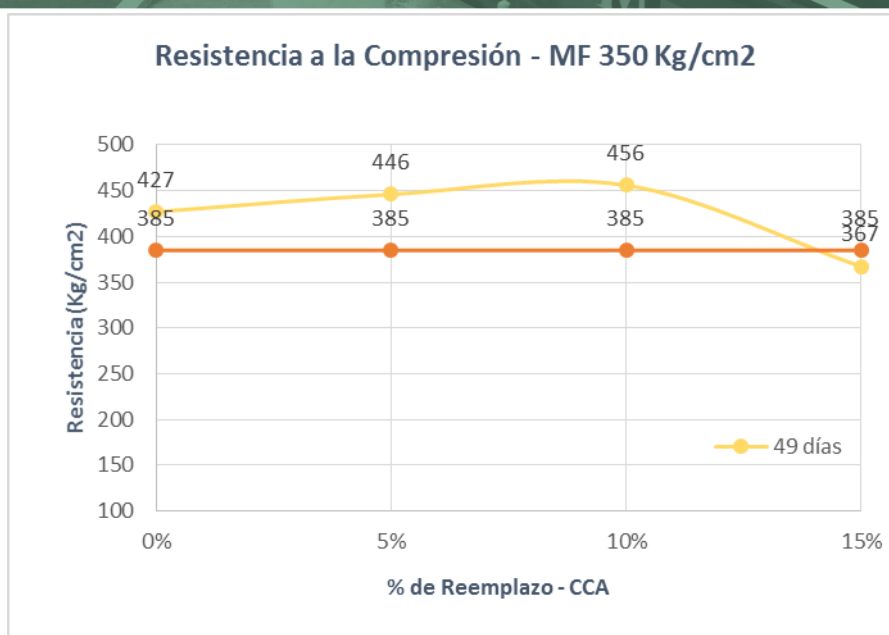


GRÁFICA 4.68 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – MF 350 Kg/cm² – 28 DÍAS.

- Comparando los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto a la edad de 49 días, se obtiene que:

Hasta con un 10 % de reemplazo con CCA supera la resistencia esperada: 385 Kg/cm² (110% de 350 kg/cm²).

<i>f'_c</i>	350 Kg/cm ²
<i>f'_c (110%)</i>	385 Kg/cm ²
<i>% Reemplazo</i>	0%, 5%, 10% y 15%
<i>Días</i>	49



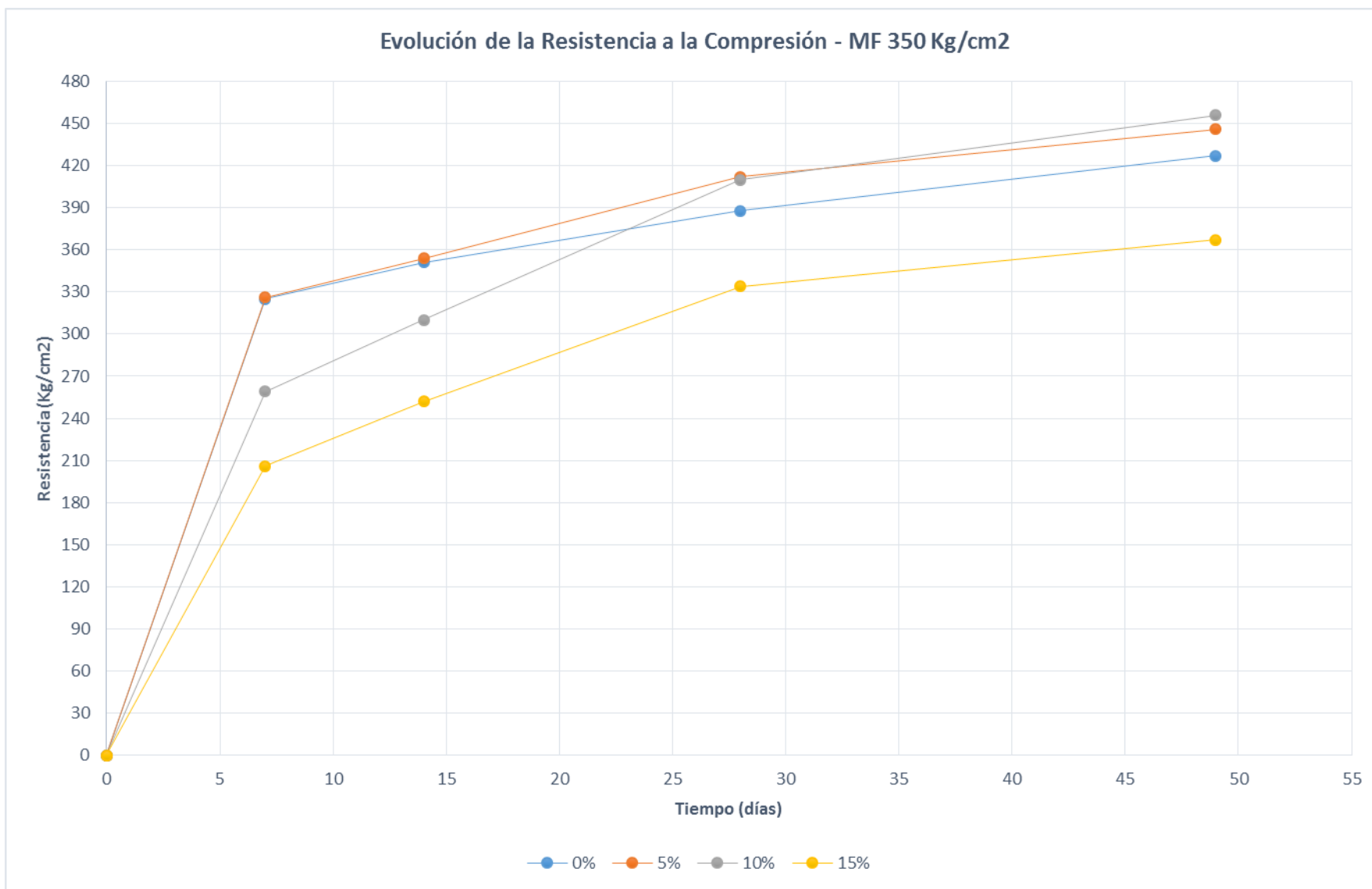
GRÁFICA 4.69 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – MF 350 KG/CM² – 49 DÍAS.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Comparando los datos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 49 días con los diseños con % de reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15%.

% De Reemplazo	Resistencia promedio obtenida en días (kgf/cm ²)			
	7 días	14 días	28 días	49 días
0%	325	351	388	427
5%	326	354	412	446
10%	259	310	410	456
15%	206	252	334	367

TABLA 4.10 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 350 KG/CM² (MF).



GRÁFICA 4.70 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 350 KG/CM² (MF).

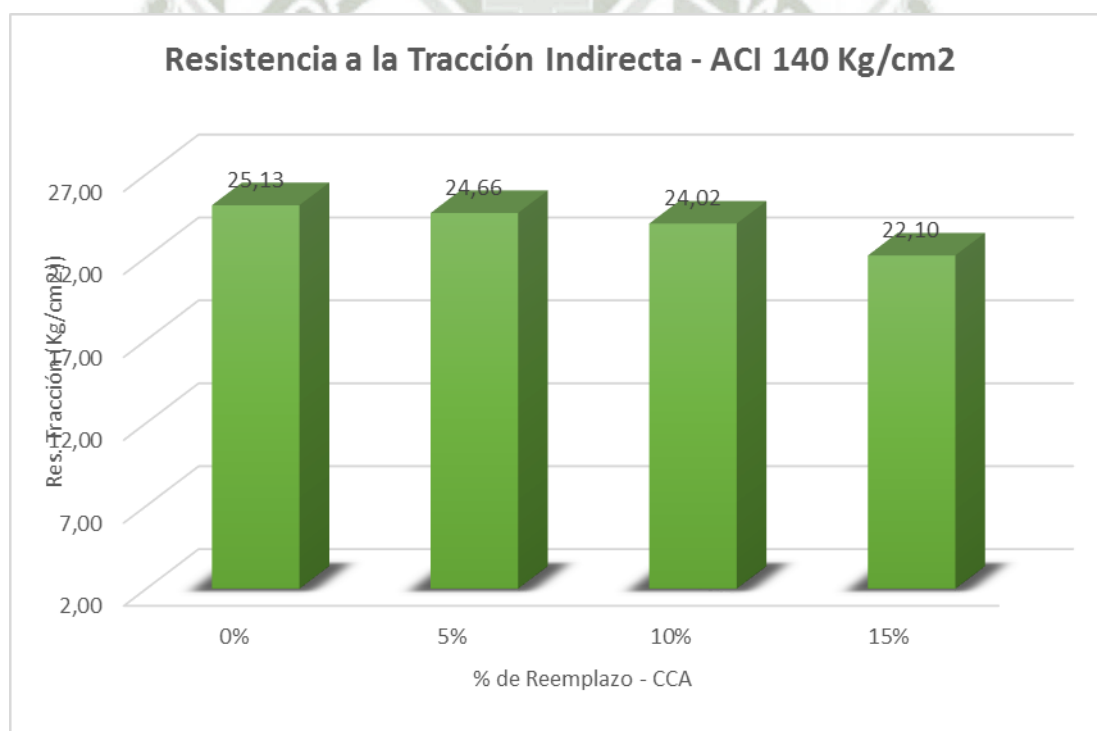
4.3. ANÁLISIS DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA.

4.3.1. DISEÑOS MÉTODO ACI 211.

4.3.1.1. CONCRETO $f'c = 140 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 140 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 22 kg/cm^2 (15.8%) a 25 kg/cm^2 (18%), estos valores pasan el límite permisible de 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	140 Kg/cm ²
$f'c (10\%)$	14 kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49

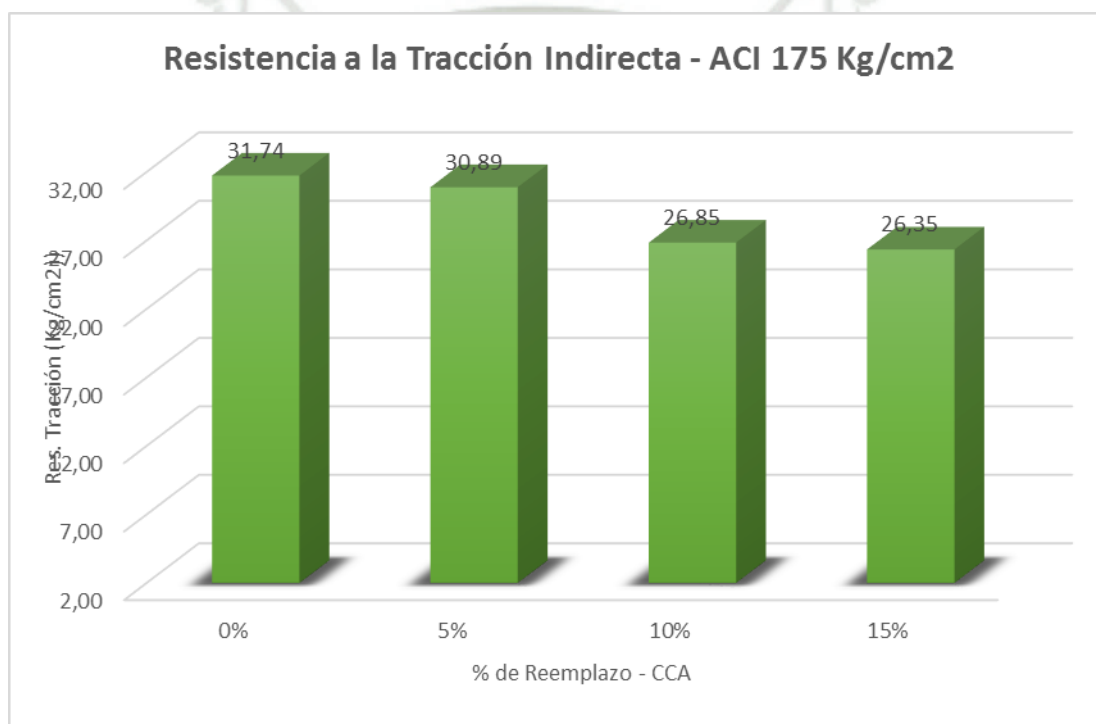


GRÁFICA 4.71 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA - ACI 140 KG/CM² – 49 DÍAS.

4.3.1.2. CONCRETO $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 175 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 26 kg/cm^2 (15.1%) a 31 kg/cm^2 (18.1%), estos valores pasan el límite permisible que es el 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	175 Kg/cm ²
$f'c$ (10%)	17.5 kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49

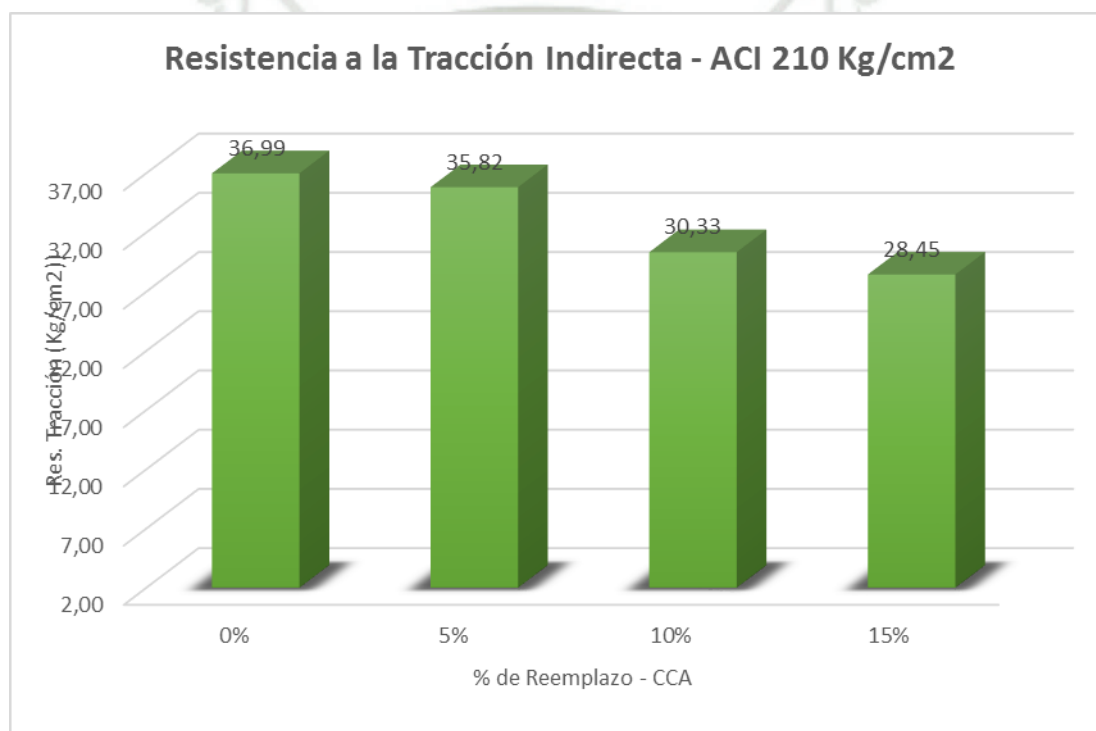


GRÁFICA 4.72 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA – ACI 175 KG/CM² – 49 DÍAS.

4.3.1.3. CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 210 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 28 kg/cm^2 (13.6%) a 36 kg/cm^2 (17.6%), estos valores pasan el límite permisible que es el 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	210 Kg/cm^2
$f'c (10\%)$	21 kg/cm^2
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49

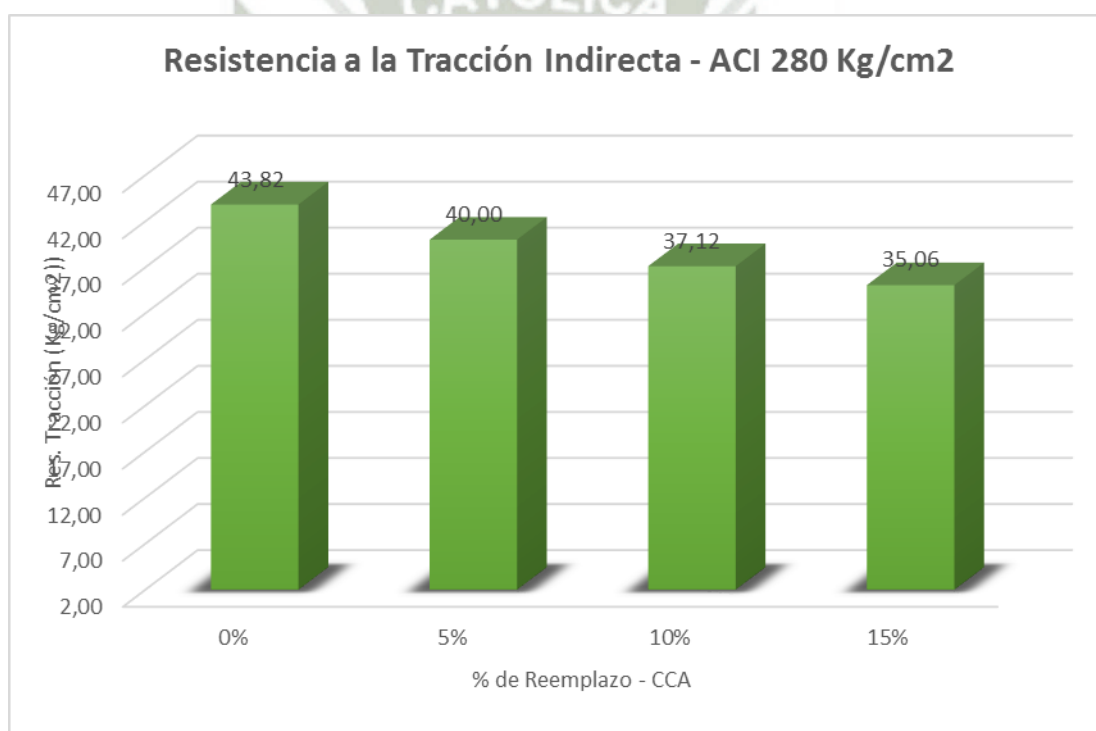


GRÁFICA 4.73 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA – ACI 210 KG/CM^2 – 49 DÍAS.

4.3.1.4. CONCRETO $f'c = 280 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 280 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 35 kg/cm^2 (12.5%) a 43 kg/cm^2 (15.7%), estos valores pasan el límite permisible que es el 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	280 Kg/cm ²
$f'c$ (10%)	28 kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49

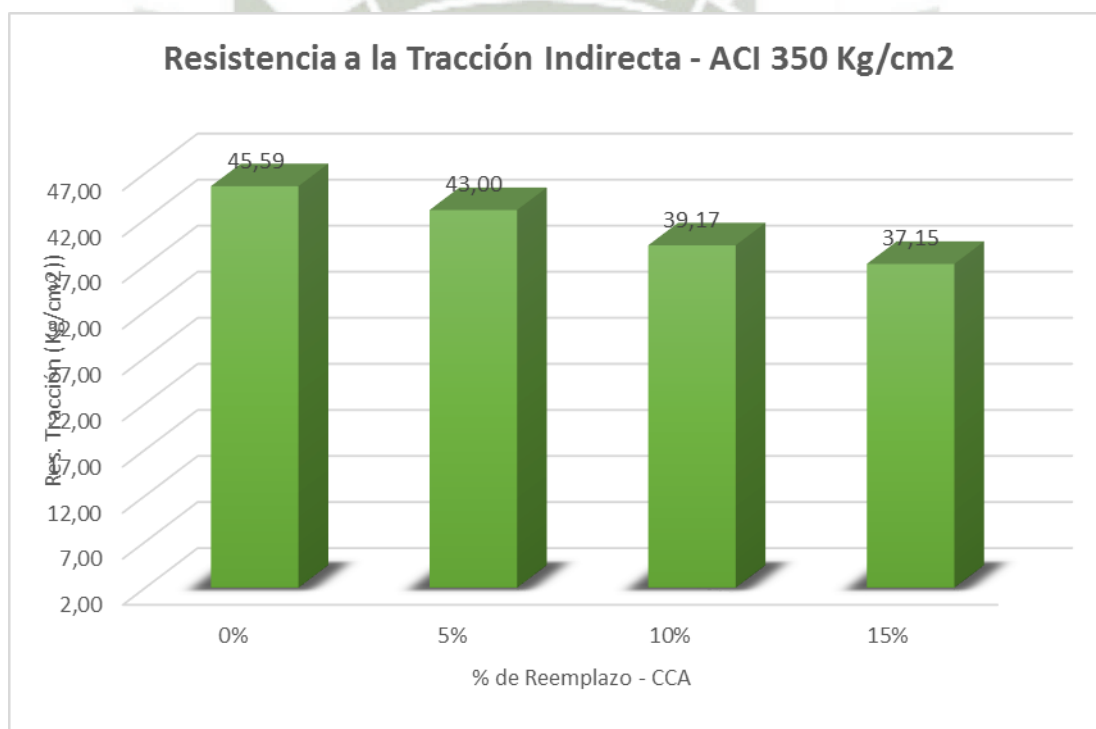


GRÁFICA 4.74 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA – ACI 280 KG/CM² – 49 DÍAS.

4.3.1.5. CONCRETO $f'c = 350 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 350 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 37 kg/cm^2 (10.6%) a 45 kg/cm^2 (13%), estos valores pasan el límite permisible que es el 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	350 Kg/cm ²
$f'c$ (10%)	35 kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49



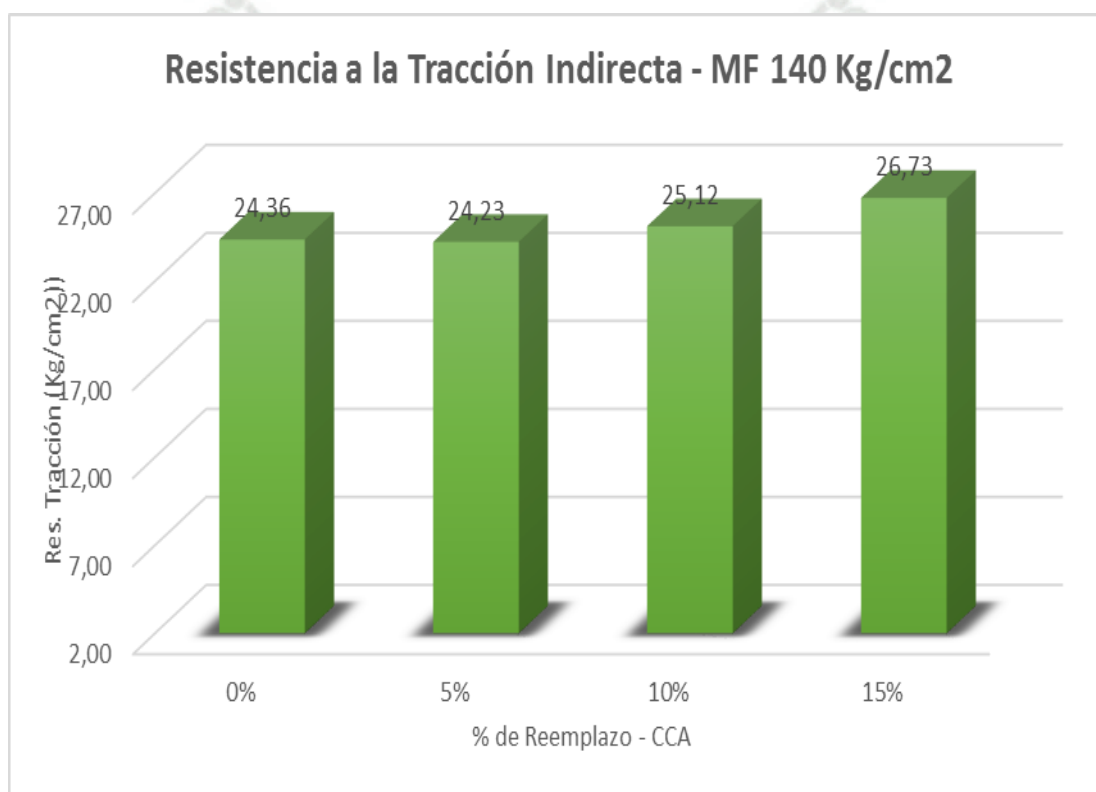
GRÁFICA 4.75 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA – ACI 350 KG/CM² – 49 DÍAS.

4.3.2. DISEÑOS MÉTODO MODULO DE FINEZA.

4.3.2.1. CONCRETO $f'c = 140 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 140 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 24 kg/cm^2 (17.4%) a 26 kg/cm^2 (19.1%), estos valores pasan el límite permisible que es el 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	140 Kg/cm ²
$f'c$ (10%)	14 kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49

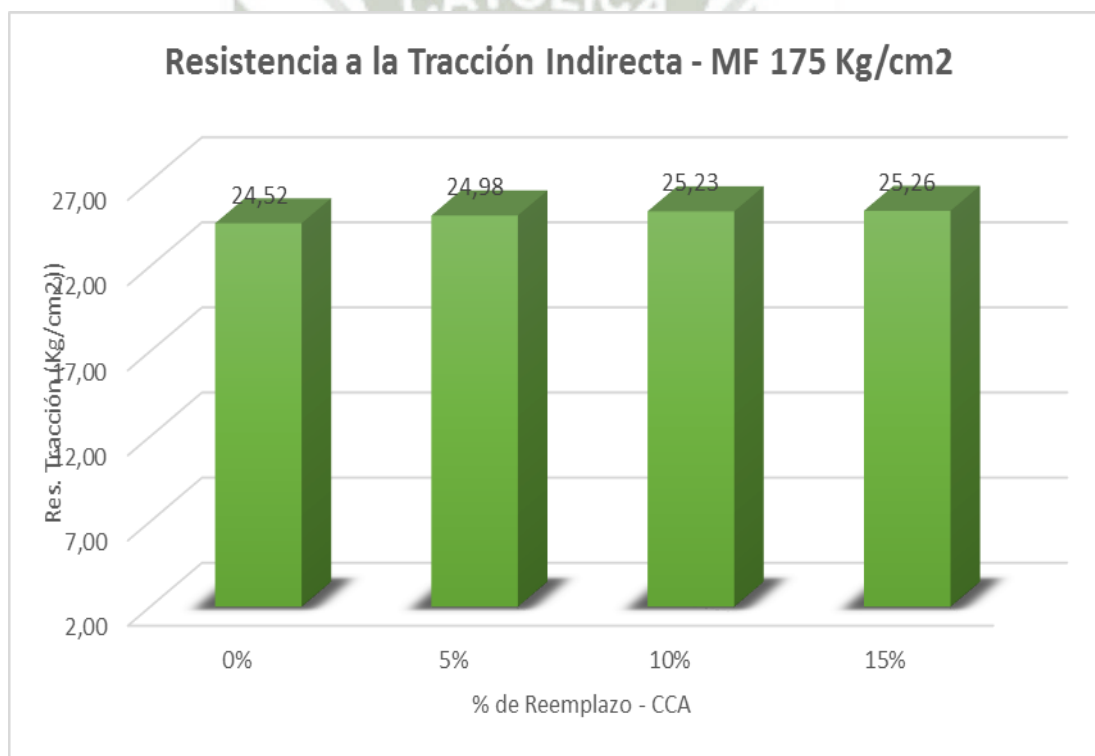


GRÁFICA 4.76 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA – MF 140 KG/CM² – 49 DÍAS.

4.3.2.2. CONCRETO $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 175 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 24 kg/cm^2 (14%) a 25 kg/cm^2 (14.4%), estos valores pasan el límite permisible que es el 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	175 Kg/cm ²
$f'c$ (10%)	17.5 kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49

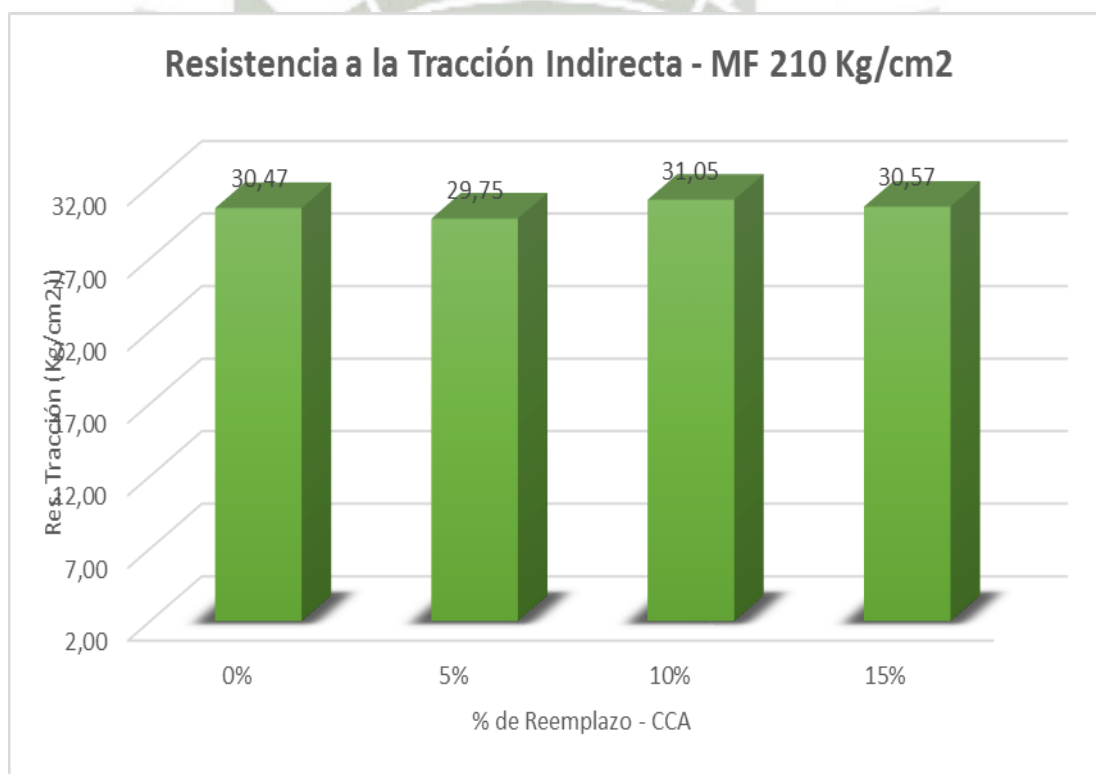


GRÁFICA 4.77 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA – MF 175 KG/CM² – 49 DÍAS.

4.3.2.3. CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 210 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 30 kg/cm^2 (14.2%) a 31 kg/cm^2 (14.8%), estos valores pasan el límite permisible que es el 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	210 Kg/cm ²
$f'c$ (10%)	21 kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49

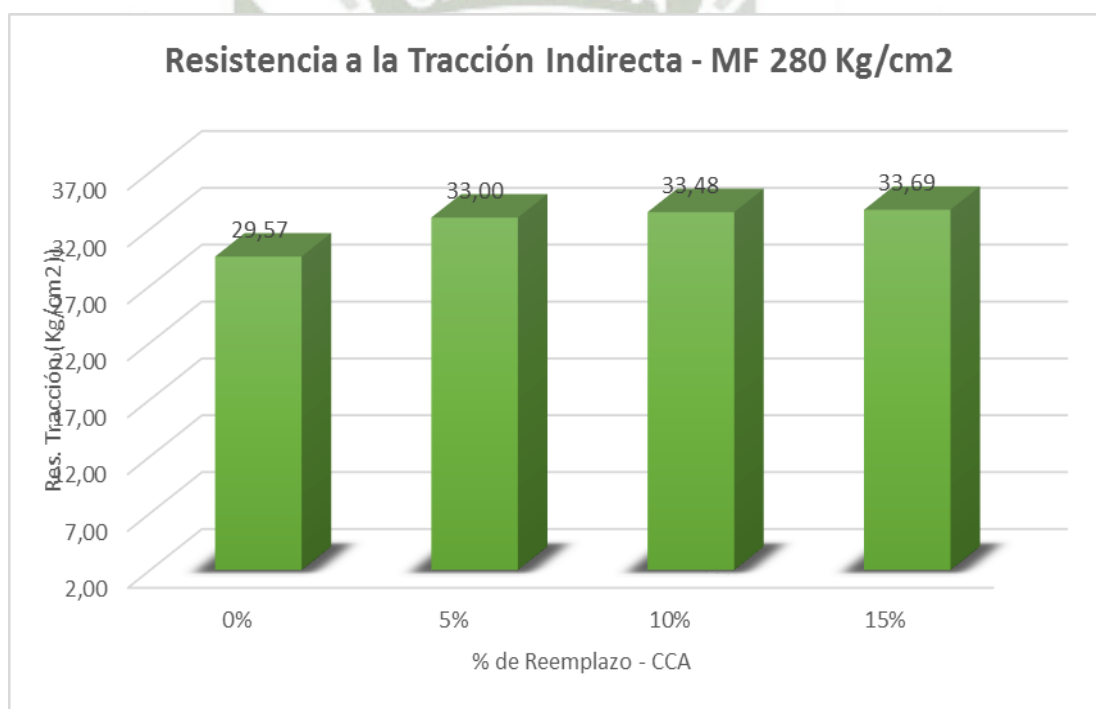


GRÁFICA 4.78 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA – MF 210 KG/CM² – 49 DÍAS.

4.3.2.4. CONCRETO $f'c = 280 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 280 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 29 kg/cm^2 (10.6%) a 33 kg/cm^2 (12%), estos valores pasan el límite permisible que es el 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	280 Kg/cm^2
$f'c (10\%)$	28 kg/cm^2
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49

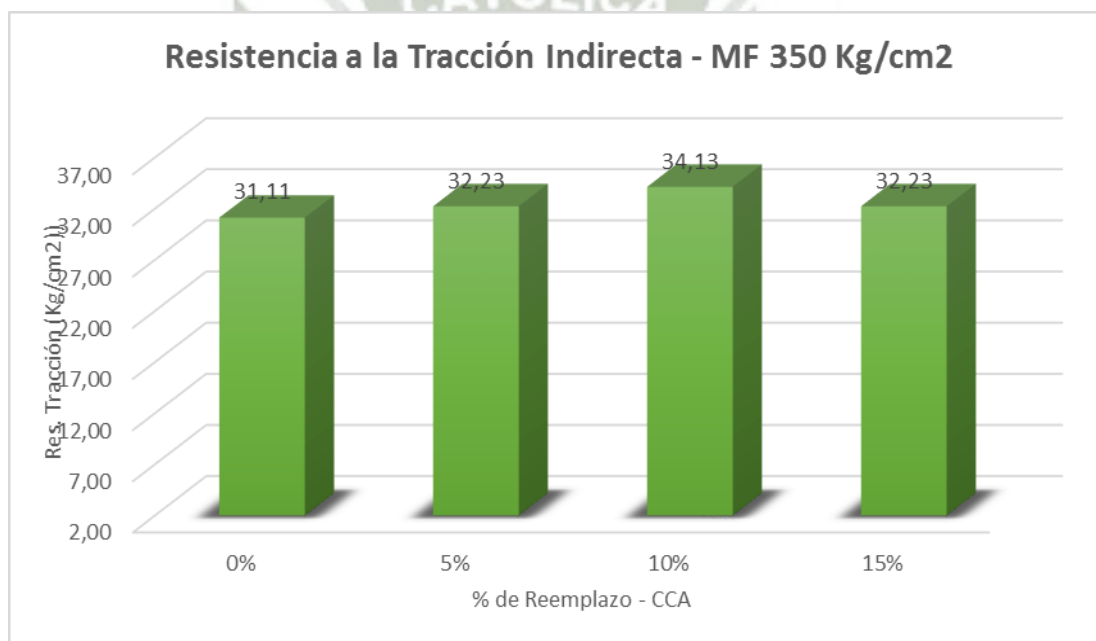


GRÁFICA 4.79 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA – MF 280 KG/CM^2 – 49 DÍAS.

4.3.2.5. CONCRETO $f'c = 350 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 350 kg/cm^2 con 0%, 5%, 10% y 15% de CCA, cuyos valores oscilan entre 31 kg/cm^2 (8.9%) a 32 kg/cm^2 (9.8%), estos valores no pasan el límite permisible que es el 10% de la resistencia de diseño.

$f'c$	350 Kg/cm ²
$f'c$ (10%)	35 kg/cm ²
% Reemplazo	0%, 5%, 10% y 15%
Días	49



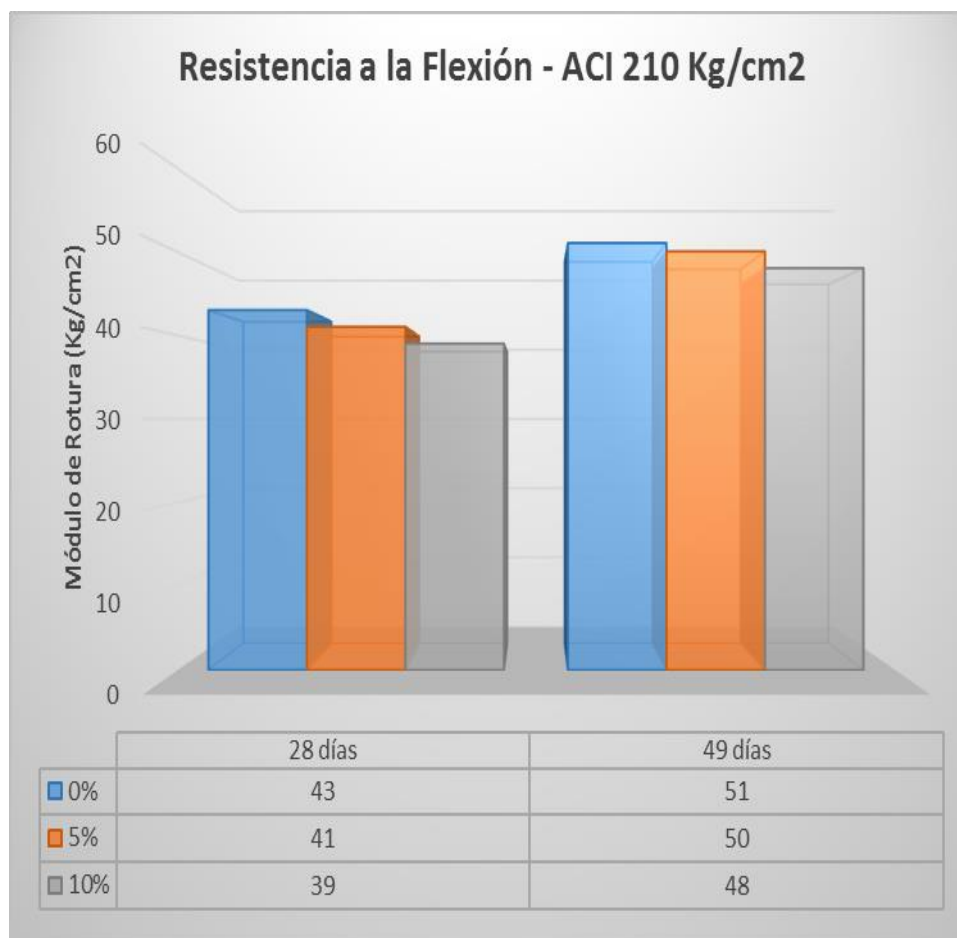
GRÁFICA 4.80 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA – MF 350 KG/CM² – 49 DÍAS.

4.4. ANÁLISIS DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN VIGAS

4.4.1. GRÁFICOS Y TABLAS COMPARATIVAS – DISEÑOS MÉTODO ACI 211.

4.4.1.1. CONCRETO $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$.

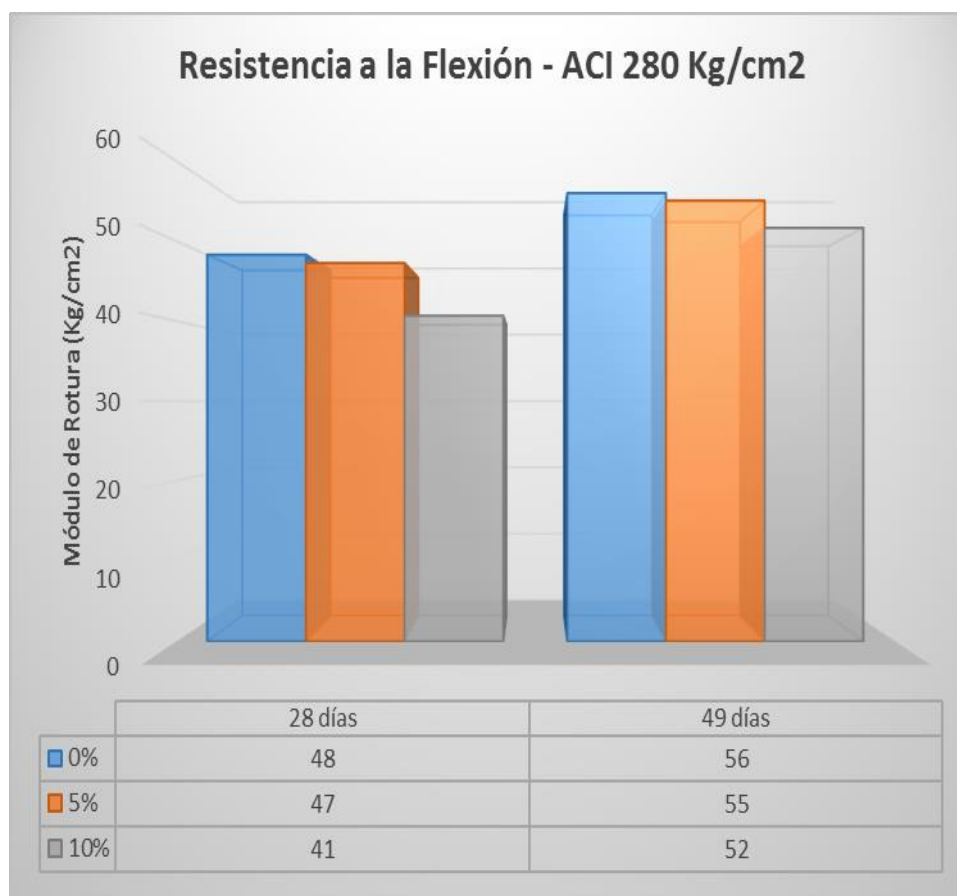
- Se muestra resultados para el concreto 210 kg/cm^2 con 0%, 5% y 10% de CCA, cuyos valores oscilan entre el límite teórico, entre 10% y 20% de la resistencia a la compresión.



GRÁFICA 4.81 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - ACI 210 KG/CM².

4.4.1.2. CONCRETO $F'C = 280 \text{ KG/CM}^2$.

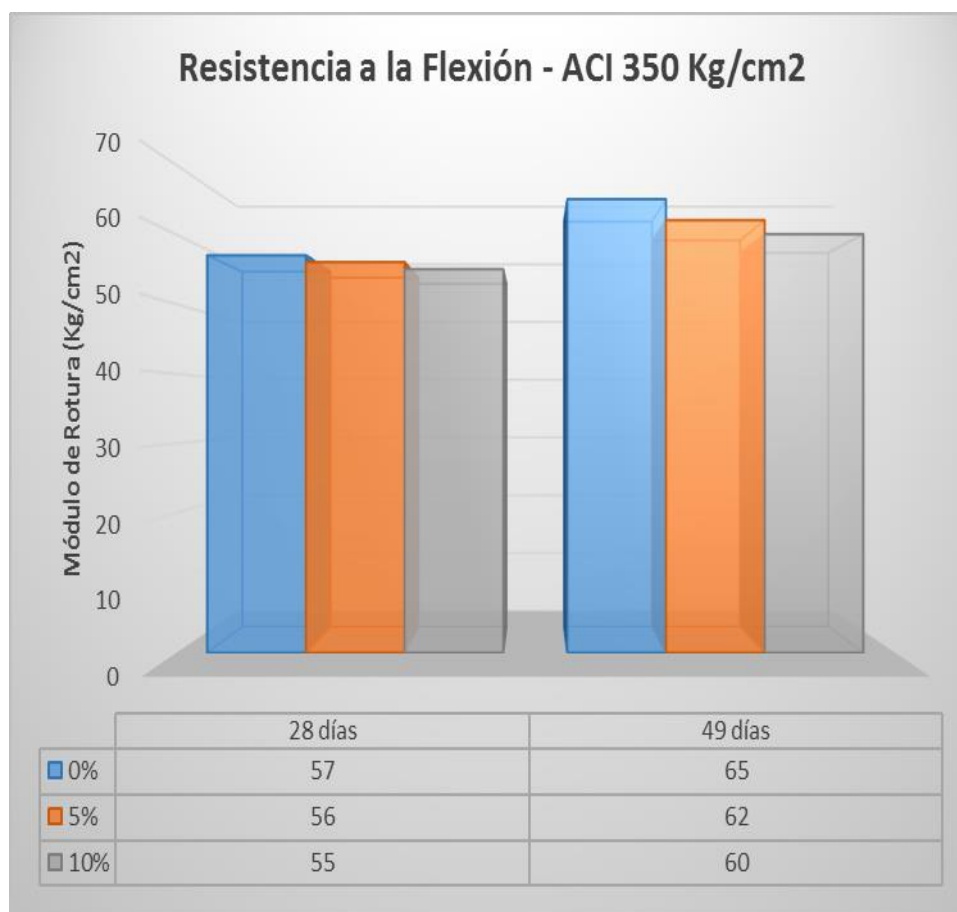
- Se muestra resultados para el concreto 280 kg/cm^2 con 0%, 5% y 10% de CCA, cuyos valores oscilan entre el límite teórico, entre 10% y 20% de la resistencia a la compresión.



GRÁFICA 4.82 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN – ACI 280 KG/CM².

4.4.1.3. CONCRETO $F'C = 350 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 350 kg/cm^2 con 0%, 5% y 10% de CCA, cuyos valores oscilan entre el límite teórico, entre 10% y 20% de la resistencia a la compresión.

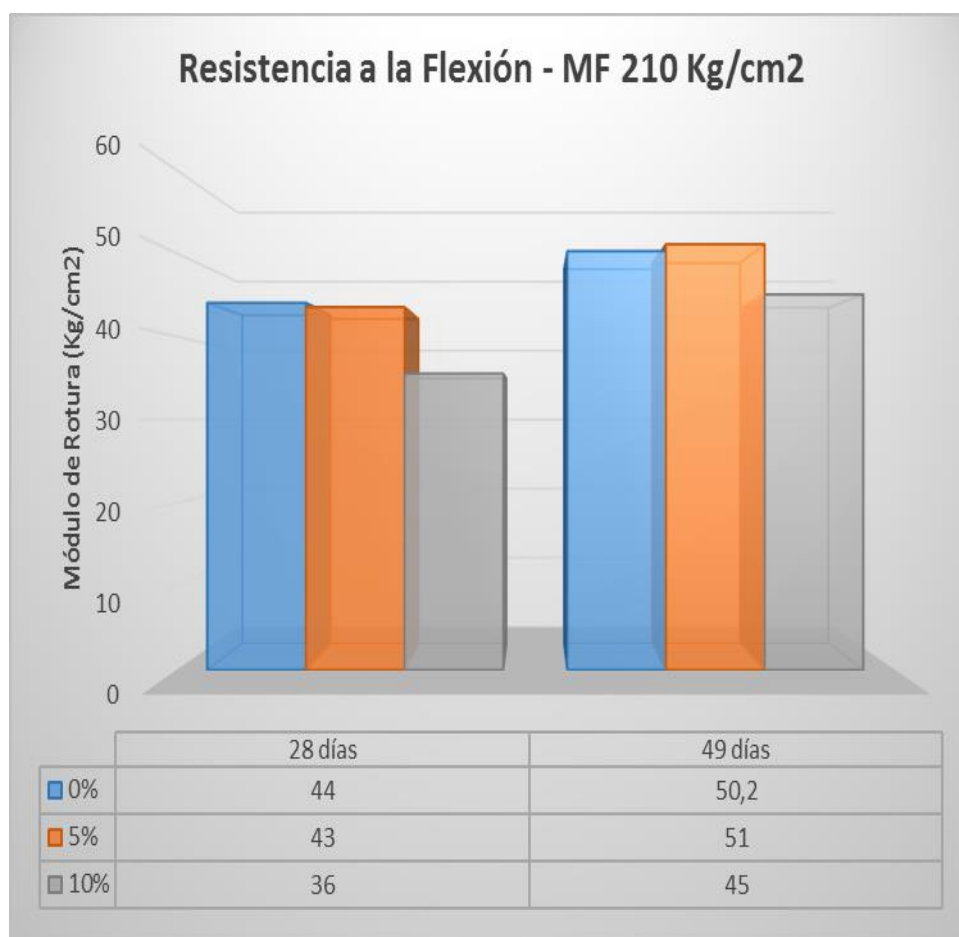


GRÁFICA 4.83 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN – ACI 350 kg/cm².

4.4.2. GRÁFICOS Y TABLAS COMPARATIVAS – DISEÑOS MÉTODO MODULO DE FINEZA.

4.4.2.1. CONCRETO F'C = 210 KG/CM2.

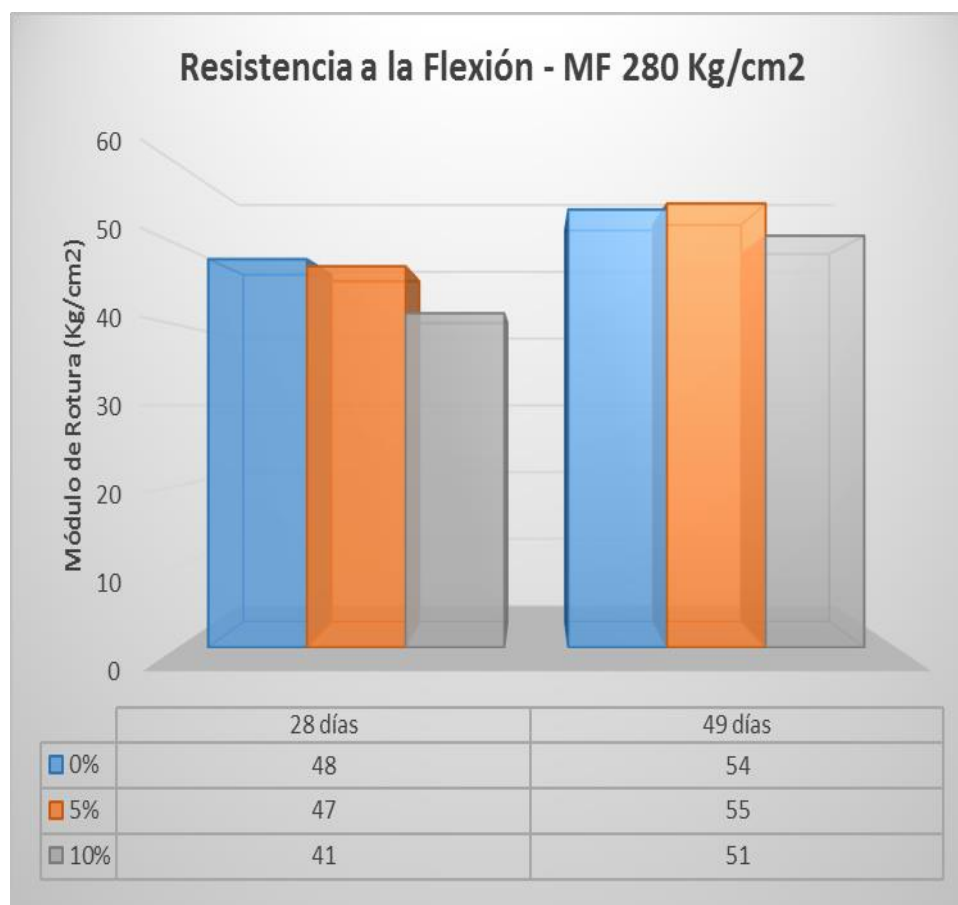
- Se muestra resultados para el concreto 210 kg/cm² con 0%, 5% y 10% de CCA, cuyos valores oscilan entre el límite teórico, entre 10% y 20% de la resistencia a la compresión.



GRÁFICA 4.84 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN – MF 210 KG/CM2.

4.4.2.2. CONCRETO $F'C = 280 \text{ KG/CM}^2$.

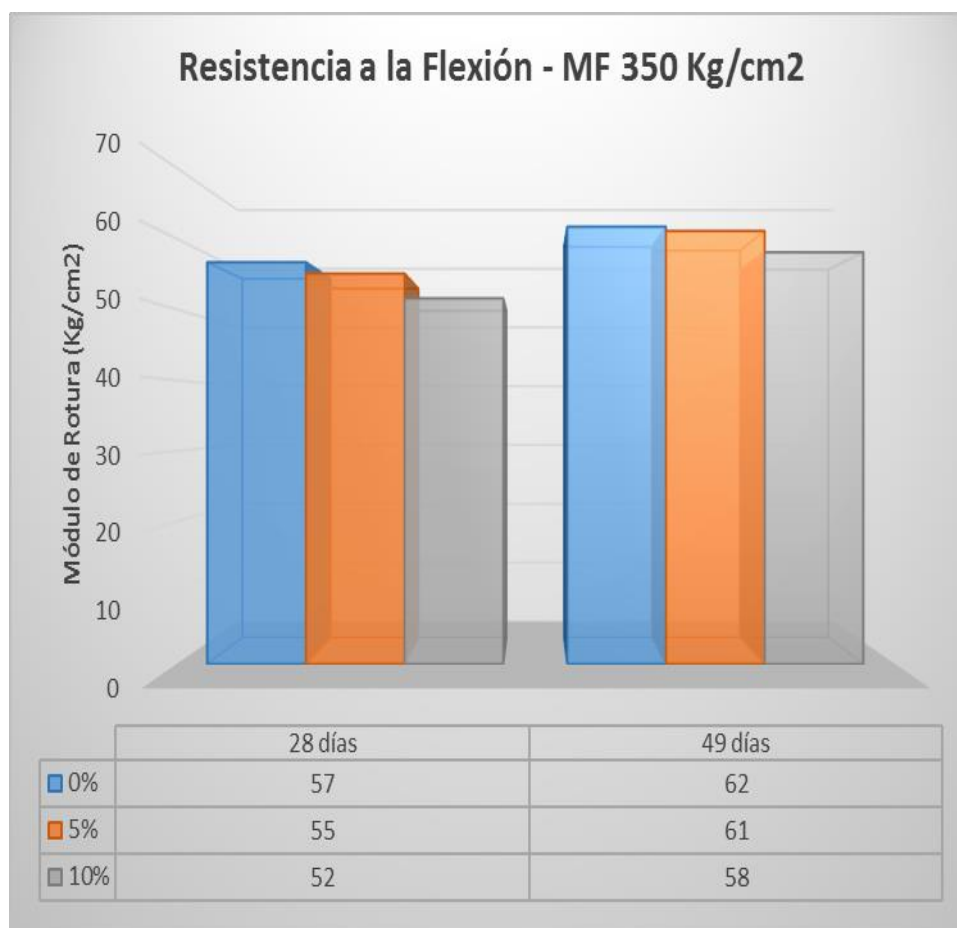
- Se muestra resultados para el concreto 280 kg/cm^2 con 0%, 5% y 10% de CCA, cuyos valores oscilan entre el límite teórico, entre 10% y 20% de la resistencia a la compresión.



GRÁFICA 4.85 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN – MF 280 KG/CM^2 .

4.4.2.3. CONCRETO $F'C = 350 \text{ KG/CM}^2$.

- Se muestra resultados para el concreto 350 kg/cm^2 con 0%, 5% y 10% de CCA, cuyos valores oscilan entre el límite teórico, entre 10% y 20% de la resistencia a la compresión.



GRÁFICA 4.86 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN – MF 350 KG/CM².

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS

5.1. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA).

* Obtencion de la cantidad de materiales:

Materiales:

Cascara de Arroz:

Se recolecto 17 sacos de Cascara de arroz

Dimensiones x saco:

Alto = 100 cm
Ancho = 30 cm
Largo = 60 cm

Volumen x saco:

Volumen x saco = 180000 cm³
Volumen x saco = 0.18 m³

Entonces:

Cantidad de material a quemar = 3.06 m³

Soplete:

Calculo de la cantidad x m³:

3.06 m³ — 1 soplete
1 m³ — x sopletes

Entonces:

x = 0.33 sopletes

Balon de gas:

Calculo de la cantidad x m³:

3.06 m³ — 3 balones de gas
1 m³ — x balones de gas

Entonces:

x = 0.98 balones de gas

Transporte de Cascara de Arroz:

Arequipa-Majes = 130 km
 Ida y Vuelta = 260 km
 Rendimiento carro = 40 km/gal

Entonces:

Galones = 6.5 galones
 Costo x galon (inc. IGV)= 9 soles
 Costo x galon (sin IGV)= 7.38 soles

Precio final = 47.97 soles

Transporte de Ceniza de Cascara de Arroz:

Arequipa-Molino = 6 km
 Ida y Vuelta = 12 km
 Rendimiento carro = 20 km/gal

Entonces:

Galones = 0.6 galones
 Costo x galon (inc. IGV)= 9 soles
 Costo x galon (sin IGV)= 7.38 soles

Precio final = 4.43 soles

- ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS POR M3:

Partida	01.01	OBTENCION DE LA CCA			
Rendimiento	m3/DIA	MO.	1.5000	EQ.	1.5000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.5333	18.93	10.10
PEON	hh	2.0000	10.6667	11.75	125.33
					135.43
Materiales					
GAS	bal		0.9800	29.11	28.53
SOPLETE	und		0.3300	24.60	8.12
					36.65
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	135.43	4.06
TRANSPORTE DE CASCARA DE ARROZ	glb		1.0000	47.97	47.97
TRANSPORTE DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	glb		1.0000	4.43	4.43
MOLIENDA DE CASCARA DE ARROZ	m3		1.0000	4.10	4.10
					60.56
Costo unitario directo por : m3 232.64					

TABLA 5.1 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA 1M3 DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA)

5.1.1. ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO F'C = 140 KG/CM2.

- Calculo de las cantidades de los materiales:
 - Peso unitario suelto:

Material	P.U. Suelto	
Cemento	42.5	kg/bolsa
Ceniza	889	kg/m3
Ag. Fino	1515.29	kg/m3
Ag. Grueso	1454.93	kg/m3
Agua	1000	litros/m3

TABLA 5.2 PESO UNITARIO SUELTO DE LOS MATERIALES

		Dosificación							
f'c=140 kg/cm ²	Und.	ACI				MF			
		CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%	CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%
Cemento	kg/m ³	301.00	287.00	275.00	263.00	300.00	285.62	273.14	261.99
Ceniza	kg/m ³	0.00	15.00	31.00	46.00	0.00	15.03	30.35	46.23
Agr. Fino	kg/m ³	725.00	696.00	665.00	631.00	558.00	548.00	537.18	525.52
Agr. Grueso	kg/m ³	1002.00	1002.00	1002.00	1002.00	1193.00	1171.65	1148.50	1123.57
Agua	litros/m ³	220.00	220.00	219.00	219.00	220.00	219.46	219.27	219.06
Plastificante	litros/m ³	0.00	0.00	1.82	2.88	0.00	0.00	1.82	0.00
Superplastificante	litros/m ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.17
Cantidad de Material - 140 kg/cm ²									
Cemento	bls	7	7	6	6	7	7	6	6
Ceniza	m ³	0.000	0.017	0.035	0.052	0.000	0.017	0.034	0.052
Agr. Fino	m ³	0.478	0.459	0.439	0.416	0.368	0.362	0.355	0.347
Agr. Grueso	m ³	0.689	0.689	0.689	0.689	0.820	0.805	0.789	0.772
Agua	m ³	0.220	0.220	0.219	0.219	0.220	0.219	0.219	0.219
Plastificante	gal	0.000	0.000	0.480	0.760	0.000	0.000	0.480	0.000
Superplastificante	gal	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.837

TABLA 5.3 TABLA RESUMEN DE LAS CANTIDADES 140 KG/CM

• **Análisis de Costos Unitarios del Concreto – 140 kg/cm²:**

- **0% de Reemplazo – 140 kg/cm² – Método ACI:**

Partida	02.01		CONCRETO F'C= 140 KG/CM ² + 0% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m ³		0.4780	42.64	20.38
AGUA POTABLE	m ³		0.2200	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.0820	16.40	116.14
					177.63
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		266.44			

TABLA 5.4 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO - 140 KG/CM² MÉTODO ACI

- 0% de Reemplazo – 140 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.01		CONCRETO F'C= 140 KG/CM ² + 0% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.8200	59.04	48.41
AGREGADO FINO	m3		0.3680	42.64	15.69
AGUA POTABLE	m3		0.2200	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.0600	16.40	115.78
					180.31
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		269.12			

TABLA 5.5 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO - 140 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZ

- 5% de Reemplazo – 140 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.02		CONCRETO F'C= 140 KG/CM ² + 5% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.4590	42.64	19.57
AGUA POTABLE	m3		0.2200	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0170	232.64	3.95
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.7530	16.40	110.75
					175.38
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		264.19			

TABLA 5.6 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO - 140 KG/CM² MÉTODO ACI

- 5% de Reemplazo – 140 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.02		CONCRETO F'C= 140 KG/CM ² + 5% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.8050	59.04	47.53
AGREGADO FINO	m3		0.3620	42.64	15.44
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0170	232.64	3.95
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.7200	16.40	110.21
					177.56
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		266.37			

TABLA 5.7 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO – 140 Kg/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 10% de Reemplazo – 140 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.03		CONCRETO F'C= 140 KG/CM ² + 10% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.4390	42.64	18.72
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0350	232.64	8.14
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.4710	16.40	106.12
ADITIVO PLASTIFICANTE	gal		0.4800	24.60	11.81
					185.90
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		274.71			

TABLA 5.8 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO - 140 Kg/CM² MÉTODO ACI

- 10% de Reemplazo – 140 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.03		CONCRETO F'C= 140 KG/CM2 + 10% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.7890	59.04	46.58
AGREGADO FINO	m3		0.3550	42.64	15.14
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0340	232.64	7.91
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.4300	16.40	105.45
ADITIVO PLASTIFICANTE	gal		0.4800	24.60	11.81
					187.32
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		276.13			

TABLA 5.9 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO – 140 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 15% de Reemplazo – 140 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.04		CONCRETO F'C= 140 KG/CM2 + 15% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.4160	42.64	17.74
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0520	232.64	12.10
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.1880	16.40	101.48
ADITIVO PLASTIFICANTE	gal		0.7600	24.60	18.70
					191.13
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		279.94			

TABLA 5.10 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO - 140 KG/CM² MÉTODO ACI

- 15% de Reemplazo – 140 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.04		CONCRETO F'C= 140 KG/CM ² + 15% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.7720	59.04	45.58
AGREGADO FINO	m ³		0.3470	42.64	14.80
AGUA POTABLE	m ³		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0520	232.64	12.10
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.1600	16.40	101.02
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		0.8370	28.70	24.02
					197.95
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70

Costo unitario directo por : m³ 286.76

TABLA 5.11 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO – 140 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

5.1.2. ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO F'C = 175 KG/CM².

- Cantidad de los materiales:

		Dosificación							
f'c=175 kg/cm ²	Und.	ACI				MF			
		CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%	CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%
Cemento	kg/m ³	325.00	310.00	296.00	284.00	327.00	311.01	297.20	284.71
Ceniza	kg/m ³	0.00	16.00	33.00	50.00	0.00	16.37	33.02	50.24
Agr. Fino	kg/m ³	705.00	674.00	640.00	604.00	520.00	510.70	499.67	487.06
Agr. Grueso	kg/m ³	1002.00	1002.00	1002.00	1002.00	1208.00	1186.49	1160.86	1131.56
Agua	litros/m ³	220.00	220.00	219.00	219.00	219.00	219.19	218.99	218.74
Plastificante	litros/m ³	0.00	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00	3.13	0.00
Superplastificante	litros/m ³	0.00	0.00	0.00	6.51	0.00	0.00	0.00	6.33
Cantidad de Material - 175 kg/cm ²									
Cemento	bls	8.00	7.00	7.00	7.00	8.00	7.00	7.00	7.00
Ceniza	m ³	0.000	0.018	0.037	0.056	0.000	0.018	0.037	0.057
Agr. Fino	m ³	0.465	0.445	0.422	0.399	0.343	0.337	0.330	0.321
Agr. Grueso	m ³	0.689	0.689	0.689	0.689	0.830	0.815	0.798	0.778
Agua	m ³	0.220	0.220	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219
Plastificante	gal	0.000	0.000	0.747	0.000	0.000	0.000	0.825	0.000
Superplastificante	gal	0.000	0.000	0.000	1.719	0.000	0.000	0.000	1.671

TABLA 5.12 TABLA RESUMEN DE LAS CANTIDADES 175 Kg/CM²

- **Análisis de Costos Unitarios del Concreto – 175 kg/cm²:**

- **0% de Reemplazo – 175 kg/cm² – Método ACI:**

Partida	02.05		CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 + 0% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.4650	42.64	19.83
AGUA POTABLE	m3		0.2200	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.6470	16.40	125.41
					186.35
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		275.16			

TABLA 5.13 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO - 175 KG/CM2 MÉTODO ACI

- **0% de Reemplazo – 175 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:**

Partida	03.05		CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 + 0% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.8300	59.04	49.00
AGREGADO FINO	m3		0.3430	42.64	14.63
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.6900	16.40	126.12
					190.18
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		278.99			

TABLA 5.14 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO – 175 KG/CM2 – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 5% de Reemplazo – 175 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.06		CONCRETO F' C= 175 KG/CM ² + 5% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m ³		0.4450	42.64	18.97
AGUA POTABLE	m ³		0.2200	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0180	232.64	4.19
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.2940	16.40	119.62
					183.89
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		272.70			

TABLA 5.15 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO - 175 Kg/CM² MÉTODO ACI

- 5% de Reemplazo – 175 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.06		CONCRETO F' C= 175 KG/CM ² + 5% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.8150	59.04	48.12
AGREGADO FINO	m ³		0.3370	42.64	14.37
AGUA POTABLE	m ³		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0180	232.64	4.19
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.3200	16.40	120.05
					187.16
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		275.97			

TABLA 5.16 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO – 175 Kg/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 10% de Reemplazo – 175 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.07		CONCRETO F' C= 175 KG/CM2 + 10% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.4220	42.64	17.99
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0370	232.64	8.61
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.9650	16.40	114.23
ADITIVO PLASTIFICANTE	gal		0.7470	24.60	18.38
					200.32
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		289.13			

TABLA 5.17 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO - 175 KG/CM2 MÉTODO ACI

- 10% de Reemplazo – 175 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.07		CONCRETO F' C= 175 KG/CM2 + 10% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.7980	59.04	47.11
AGREGADO FINO	m3		0.3300	42.64	14.07
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0370	232.64	8.61
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.9900	16.40	114.64
ADITIVO PLASTIFICANTE	gal		0.8250	24.60	20.30
					205.16
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		293.97			

TABLA 5.18 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO – 175 KG/CM2 – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 15% de Reemplazo – 175 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.08		CONCRETO F'C= 175 KG/CM ² + 15% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m ³		0.3990	42.64	17.01
AGUA POTABLE	m ³		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0560	232.64	13.03
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.6820	16.40	109.58
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.7190	28.70	49.34
					230.07
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		318.88			

TABLA 5.19 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO - 175 KG/CM² MÉTODO ACI

- 15% de Reemplazo – 175 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.08		CONCRETO F'C= 175 KG/CM ² + 15% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.7780	59.04	45.93
AGREGADO FINO	m ³		0.3210	42.64	13.69
AGUA POTABLE	m ³		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0570	232.64	13.26
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		6.7000	16.40	109.88
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.6710	28.70	47.96
					231.15
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		319.96			

TABLA 5.20 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO – 175 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

5.1.3. ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2.

- Cantidad de los materiales:

f'c=210 kg/cm2	Und.	Dosificación							
		ACI				MF			
		CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%	CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%
Cemento	kg/m3	366.00	349.00	333.00	318.00	367.00	349.66	333.81	319.29
Ceniza	kg/m3	0.00	18.00	37.00	56.00	0.00	18.40	37.09	56.35
Agr. Fino	kg/m3	671.00	636.00	598.00	558.00	476.00	465.07	454.01	442.22
Agr. Grueso	kg/m3	1002.00	1002.00	1002.00	1002.00	1220.00	1191.70	1163.37	1133.15
Agua	litros/m3	219.00	219.00	219.00	219.00	219.00	218.77	218.55	218.32
Plastificante	litros/m3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Superplastificante	litros/m3	0.00	4.09	3.90	7.56	0.00	4.10	3.90	7.58
Cantidad de Material - 210 kg/cm2									
Cemento	bls	9	8	8	7	9	8	8	8
Ceniza	m3	0.000	0.020	0.042	0.063	0.000	0.021	0.042	0.063
Agr. Fino	m3	0.443	0.420	0.395	0.368	0.314	0.307	0.300	0.292
Agr. Grueso	m3	0.689	0.689	0.689	0.689	0.839	0.819	0.800	0.779
Agua	m3	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.218
Plastificante	gal	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Superplastificante	gal	0.000	1.080	1.030	1.996	0.000	1.082	1.030	2.001

TABLA 5.21 TABLA RESUMEN DE LAS CANTIDADES 210 KG/CM2

- 0% de Reemplazo – 210 kg/cm2 – Método ACI:

Partida	02.09		CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 + 0% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.4430	42.64	18.89
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		8.6120	16.40	141.24
					201.24
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70

Costo unitario directo por : m3 290.05

TABLA 5.22 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO - 210 Kg/CM2 MÉTODO ACI

- 0% de Reemplazo – 210 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.09		CONCRETO F'C= 210 KG/CM ² + 0% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.8390	59.04	49.53
AGREGADO FINO	m ³		0.3140	42.64	13.39
AGUA POTABLE	m ³		0.2190	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		8.6400	16.40	141.70
					205.05
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		293.86			

TABLA 5.23 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO – 210 Kg/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 5% de Reemplazo – 210 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.10		CONCRETO F'C= 210 KG/CM ² + 5% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m ³		0.4200	42.64	17.91
AGUA POTABLE	m ³		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0200	232.64	4.65
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		8.2120	16.40	134.68
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.0800	28.70	31.00
					229.35
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		318.16			

TABLA 5.24 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO - 210 Kg/CM² MÉTODO ACI

- 5% de Reemplazo – 210 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.10		CONCRETO F'C= 210 KG/CM ² + 5% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.8190	59.04	48.35
AGREGADO FINO	m ³		0.3070	42.64	13.09
AGUA POTABLE	m ³		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0210	232.64	4.89
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		8.2300	16.40	134.97
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.0820	28.70	31.05
					232.78
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		321.59			

TABLA 5.25 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO – 210 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 10% de Reemplazo – 210 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.11		CONCRETO F'C= 210 KG/CM ² + 10% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m ³		0.3950	42.64	16.84
AGUA POTABLE	m ³		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0420	232.64	9.77
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.8350	16.40	128.49
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.0300	28.70	29.56
					225.77
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		314.58			

TABLA 5.26 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO - 210 KG/CM² MÉTODO ACI

- 10% de Reemplazo – 210 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.11		CONCRETO F'C= 210 KG/CM ² + 10% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.8000	59.04	47.23
AGREGADO FINO	m3		0.3000	42.64	12.79
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0420	232.64	9.77
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.8500	16.40	128.74
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.0300	28.70	29.56
					228.52
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		317.33			

TABLA 5.27 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO – 210 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 15% de Reemplazo – 210 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.12		CONCRETO F'C= 210 KG/CM ² + 15% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.3680	42.64	15.69
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0630	232.64	14.66
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.4820	16.40	122.70
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.9960	28.70	57.29
					251.45
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		340.26			

TABLA 5.28 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO - 210 KG/CM² MÉTODO ACI

- 15% de Reemplazo – 210 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.12		CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 + 15% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.7790	59.04	45.99
AGREGADO FINO	m3		0.2920	42.64	12.45
AGUA POTABLE	m3		0.2180	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0630	232.64	14.66
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		7.5100	16.40	123.16
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		2.0010	28.70	57.43
					254.12
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70

Costo unitario directo por : m3 342.93

TABLA 5.29 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO – 210 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

5.1.4. ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO F'C = 280 KG/CM².

- Cantidad de materiales:

f'c=280 kg/cm ²	Und.	Dosificación							
		ACI				MF			
		CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%	CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%
Cemento	kg/m3	436.00	415.00	396.00	378.00	440.00	418.82	399.33	381.16
Ceniza	kg/m3	0.00	22.00	44.00	67.00	0.00	22.04	44.37	67.26
Agr. Fino	kg/m3	611.00	570.00	526.00	480.00	413.00	401.30	389.32	376.01
Agr. Grueso	kg/m3	1002.00	1002.00	1002.00	1002.00	1223.00	1187.42	1151.98	1112.59
Agua	litros/m3	219.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.09	217.83	217.54
Plastificante	litros/m3	3.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Superplastificante	litros/m3	0.00	4.87	7.73	11.02	0.00	4.91	7.80	11.09
Cantidad de Material - 280 kg/cm ²									
Cemento	bls	10	10	9	9	10	10	9	9
Ceniza	m3	0.000	0.025	0.049	0.075	0.000	0.025	0.050	0.076
Agr. Fino	m3	0.403	0.376	0.347	0.317	0.273	0.265	0.257	0.248
Agr. Grueso	m3	0.689	0.689	0.689	0.689	0.841	0.816	0.792	0.765
Agua	m3	0.219	0.218	0.218	0.218	0.218	0.218	0.218	0.218
Plastificante	gal	0.921	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Superplastificante	gal	0.000	1.286	2.041	2.909	0.000	1.296	2.059	2.928

TABLA 5.30 TABLA RESUMEN DE LAS CANTIDADES 280 KG/CM²

- 0% de Reemplazo – 280 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.13		CONCRETO F'C= 280 KG/CM ² + 0% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.4030	42.64	17.18
AGUA POTABLE	m3		0.2190	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		10.2590	16.40	168.25
ADITIVO PLASTIFICANTE	gal		0.9210	24.60	22.66
					249.20
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		338.01			

TABLA 5.31 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO - 280 KG/CM² MÉTODO ACI

- 0% de Reemplazo – 280 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.13		CONCRETO F'C= 280 KG/CM ² + 0% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.8410	59.04	49.65
AGREGADO FINO	m3		0.2730	42.64	11.64
AGUA POTABLE	m3		0.2180	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		10.3500	16.40	169.74
					231.46
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		320.27			

TABLA 5.32 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO – 280 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 5% de Reemplazo – 280 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.14		CONCRETO F'C= 280 KG/CM2 + 5% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.3760	42.64	16.03
AGUA POTABLE	m3		0.2180	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0250	232.64	5.82
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		9.7650	16.40	160.15
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.2860	28.70	36.91
					260.02
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		348.83			

TABLA 5.33 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO - 280 KG/CM2 MÉTODO ACI

- 5% de Reemplazo – 280 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.14		CONCRETO F'C= 280 KG/CM2 + 5% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.8160	59.04	48.18
AGREGADO FINO	m3		0.2650	42.64	11.30
AGUA POTABLE	m3		0.2180	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0250	232.64	5.82
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		9.8500	16.40	161.54
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.2960	28.70	37.20
					264.47
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		353.28			

TABLA 5.34 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO – 280 KG/CM2 – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 10% de Reemplazo – 280 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.15		CONCRETO F' C= 280 KG/CM ² + 10% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.3470	42.64	14.80
AGUA POTABLE	m3		0.2180	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0490	232.64	11.40
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		9.3180	16.40	152.82
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		2.0410	28.70	58.58
					278.71
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70

Costo unitario directo por : m3 367.52

TABLA 5.35 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO - 280 KG/CM² MÉTODO ACI

- 10% de Reemplazo – 280 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.15		CONCRETO F' C= 280 KG/CM ² + 10% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.7920	59.04	46.76
AGREGADO FINO	m3		0.2570	42.64	10.96
AGUA POTABLE	m3		0.2180	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0500	232.64	11.63
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		9.4000	16.40	154.16
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		2.0590	28.70	59.09
					283.03
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70

Costo unitario directo por : m3 371.84

TABLA 5.36 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO – 280 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 15% de Reemplazo – 280 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.16		CONCRETO F'C= 280 KG/CM ² + 15% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA		20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m ³		0.3170	42.64	13.52
AGUA POTABLE	m ³		0.2180	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0750	232.64	17.45
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		8.8940	16.40	145.86
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		2.9090	28.70	83.49
					301.43
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		390.24			

TABLA 5.37 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO - 280 KG/CM² MÉTODO ACI

- 15% de Reemplazo – 280 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.16		CONCRETO F'C= 280 KG/CM ² + 15% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.7650	59.04	45.17
AGREGADO FINO	m ³		0.2480	42.64	10.57
AGUA POTABLE	m ³		0.2180	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0760	232.64	17.68
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		8.9700	16.40	147.11
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		2.9280	28.70	84.03
					304.99
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		393.80			

TABLA 5.38 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO – 280 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

5.1.5. ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO F'C = 350 KG/CM2.

- Cantidad de materiales:

f'c=350 kg/cm2	Und.	Dosificación							
		ACI				MF			
		CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%	CCA0%	CCA5%	CCA10%	CCA15%
Cemento	kg/m3	513.00	488.00	465.00	443.00	518.00	492.69	469.31	447.26
Ceniza	kg/m3	0.00	26.00	52.00	78.00	0.00	25.93	52.15	78.93
Agr. Fino	kg/m3	547.00	498.00	447.00	394.00	340.00	328.63	316.02	303.40
Agr. Grueso	kg/m3	1002.00	1002.00	1002.00	1002.00	1229.00	1187.73	1142.13	1096.53
Agua	litros/m3	218.00	218.00	217.00	217.00	218.00	217.36	217.04	216.73
Plastificante	litros/m3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Superplastificante	litros/m3	4.90	6.36	11.50	12.92	4.92	7.06	11.61	13.02
Cantidad de Material - 350 kg/cm2									
Cemento	bls	12	11	11	10	12	12	11	11
Ceniza	m3	0.000	0.029	0.058	0.088	0.000	0.029	0.059	0.089
Agr. Fino	m3	0.361	0.329	0.295	0.260	0.224	0.217	0.209	0.200
Agr. Grueso	m3	0.689	0.689	0.689	0.689	0.845	0.816	0.785	0.754
Agua	m3	0.218	0.218	0.217	0.217	0.218	0.217	0.217	0.217
Plastificante	gal	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Superplastificante	gal	1.294	1.679	3.036	3.411	1.299	1.864	3.065	3.437

TABLA 5.39 TABLA RESUMEN DE LAS CANTIDADES 350 KG/CM2

- 0% de Reemplazo – 350 kg/cm2 – Método ACI:

Partida	02.17		CONCRETO F'C= 350 KG/CM2 + 0% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.3610	42.64	15.39
AGUA POTABLE	m3		0.2180	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		12.0710	16.40	197.96
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.2940	28.70	37.14
					291.60
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3		380.41			

TABLA 5.40 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO - 350 KG/CM2 MÉTODO ACI

- 0% de Reemplazo – 350 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.17		CONCRETO F'C= 350 KG/CM ² + 0% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.8450	59.04	49.89
AGREGADO FINO	m ³		0.2240	42.64	9.55
AGUA POTABLE	m ³		0.2180	1.95	0.43
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		12.1900	16.40	199.92
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.2990	28.70	37.28
					297.07
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70

Costo unitario directo por : m³ 385.88

TABLA 5.41 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 0% DE REEMPLAZO – 350 Kg/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 5% de Reemplazo – 350 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.18		CONCRETO F'C= 350 KG/CM ² + 5% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m ³		0.3290	42.64	14.03
AGUA POTABLE	m ³		0.2180	1.95	0.43
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0290	232.64	6.75
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		11.4820	16.40	188.30
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.6790	28.70	48.19
					298.38
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70

Costo unitario directo por : m³ 387.19

TABLA 5.42 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO - 350 Kg/CM² MÉTODO ACI

- 5% de Reemplazo – 350 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.18		CONCRETO F'C= 350 KG/CM ² + 5% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.8160	59.04	48.18
AGREGADO FINO	m3		0.2170	42.64	9.25
AGUA POTABLE	m3		0.2170	1.95	0.42
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0290	232.64	6.75
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		11.5900	16.40	190.08
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		1.8640	28.70	53.50
					308.18
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3			396.99		

TABLA 5.43 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 5% DE REEMPLAZO – 350 Kg/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 10% de Reemplazo – 350 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.19		CONCRETO F'C= 350 KG/CM ² + 10% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.2950	42.64	12.58
AGUA POTABLE	m3		0.2170	1.95	0.42
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0580	232.64	13.49
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		10.9410	16.40	179.43
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		3.0360	28.70	87.13
					333.73
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m3			422.54		

TABLA 5.44 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO - 350 Kg/CM² MÉTODO ACI

- 10% de Reemplazo – 350 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.19		CONCRETO F'C= 350 KG/CM ² + 10% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.7850	59.04	46.35
AGREGADO FINO	m3		0.2090	42.64	8.91
AGUA POTABLE	m3		0.2170	1.95	0.42
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0590	232.64	13.73
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		11.0400	16.40	181.06
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		3.0650	28.70	87.97
					338.44
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70

Costo unitario directo por : m3 427.25

TABLA 5.45 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 10% DE REEMPLAZO – 350 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

- 15% de Reemplazo – 350 kg/cm² – Método ACI:

Partida	02.20		CONCRETO F'C= 350 KG/CM ² + 15% CCA		
Rendimiento	m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m3		0.6890	59.04	40.68
AGREGADO FINO	m3		0.2600	42.64	11.09
AGUA POTABLE	m3		0.2170	1.95	0.42
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m3		0.0880	232.64	20.47
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		10.4240	16.40	170.95
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		3.4110	28.70	97.90
					341.51
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70

Costo unitario directo por : m3 430.32

TABLA 5.46 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO - 350 KG/CM² MÉTODO ACI

- 15% de Reemplazo – 350 kg/cm² – Método Modulo de Fineza:

Partida	03.20		CONCRETO F' C= 350 KG/CM ² + 15% CCA		
Rendimiento	m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	18.93	1.51
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.77	12.62
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	13.07	10.46
PEON	hh	10.0000	4.0000	11.75	47.00
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	16.30	6.52
					78.11
Materiales					
AGREGADO GRUESO DE 3/4"	m ³		0.7540	59.04	44.52
AGREGADO FINO	m ³		0.2000	42.64	8.53
AGUA POTABLE	m ³		0.2170	1.95	0.42
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ CCA	m ³		0.0890	232.64	20.70
CEMENTO PORTLAND TIPO IP YURA	bol		10.5200	16.40	172.53
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	gal		3.4370	28.70	98.64
					345.34
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	78.11	2.34
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.15	2.46
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	1.0000	0.4000	14.76	5.90
					10.70
Costo unitario directo por : m³		434.15			

TABLA 5.47 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA UN 15% DE REEMPLAZO – 350 KG/CM² – MÉTODO MODULO DE FINEZA

• Tabla Resumen – Análisis Comparativo de Costos por m³:

- Método ACI:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS POR M ³ (S/.)						
DESCRIPCION	METODO	RESISTENCIA F' C				
		140 kg/cm ²	175 kg/cm ²	210 kg/cm ²	280 kg/cm ²	350 kg/cm ²
CCA - 0%	ACI	266.44	275.16	290.05	338.01	380.41
CCA - 5%	ACI	264.19	272.7	318.16	348.83	387.19
CCA - 10%	ACI	274.71	289.13	324.58	367.52	422.54
CCA - 15%	ACI	279.94	318.88	340.26	390.24	430.32

TABLA 5.48 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS - TABLA RESUMEN MÉTODO ACI

- Método Modulo de Fineza:

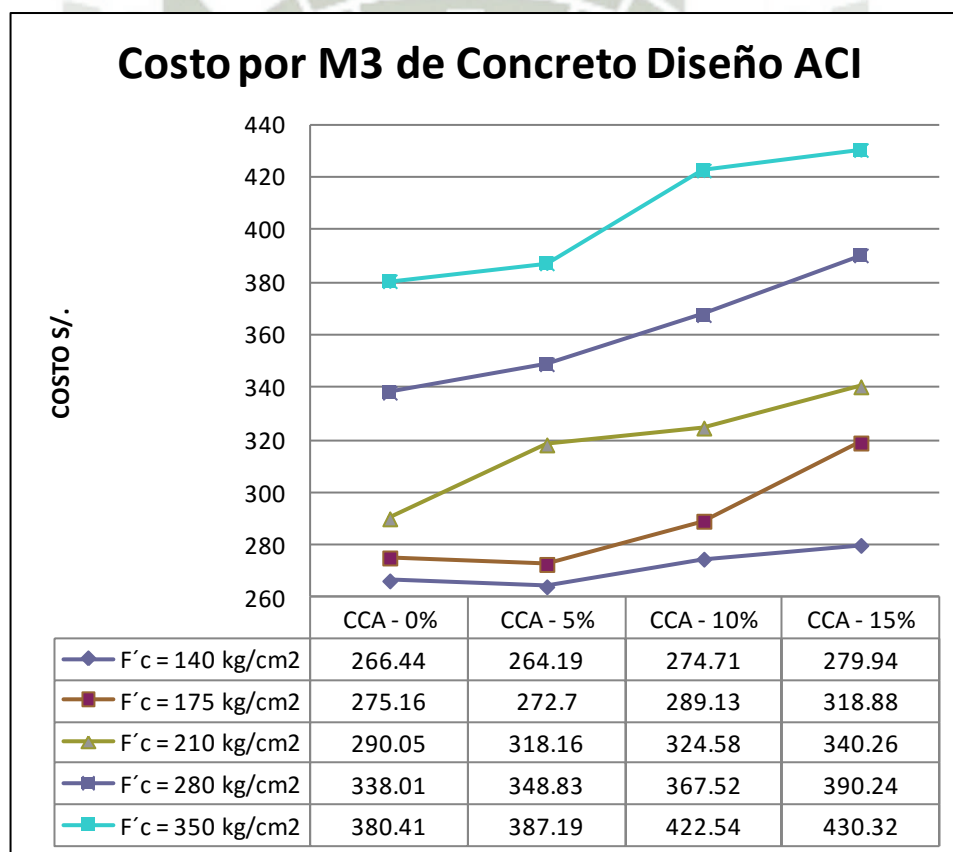
ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS POR M3 (S/.)

DESCRIPCION	METODO	RESISTENCIA F'c				
		140 kg/cm2	175 kg/cm2	210 kg/cm2	280 kg/cm2	350 kg/cm2
CCA - 0%	MF	269.12	278.99	293.86	320.27	385.88
CCA - 5%	MF	266.37	275.97	321.59	353.28	396.99
CCA - 10%	MF	276.13	293.97	327.33	371.84	427.25
CCA - 15%	MF	286.76	319.96	342.93	393.8	434.15

TABLA 5.49 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS - TABLA RESUMEN MÉTODO MODULO DE FINEZA

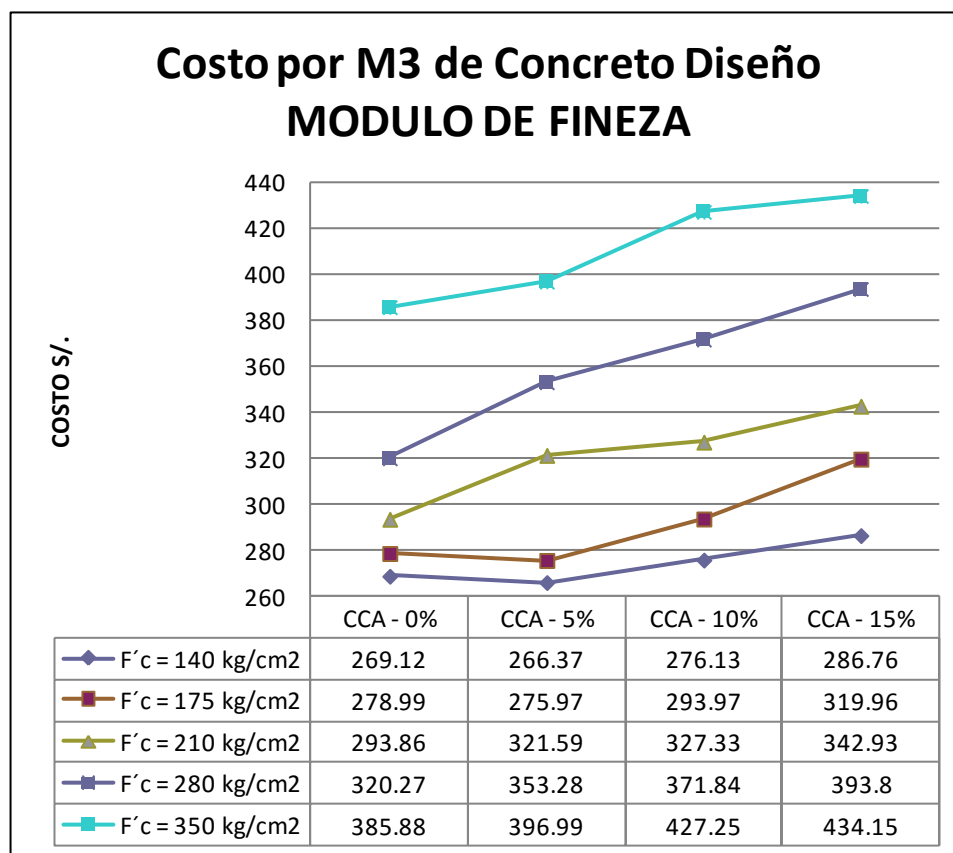
• Grafica de Análisis Comparativo de Costos Unitarios para 1 m3:

- Para $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con el Metodo ACI:



GRAFICA 5.1 GRAFICA DE ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS CON EL MÉTODO ACI

- Para $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con el Método Modulo de Fineza:



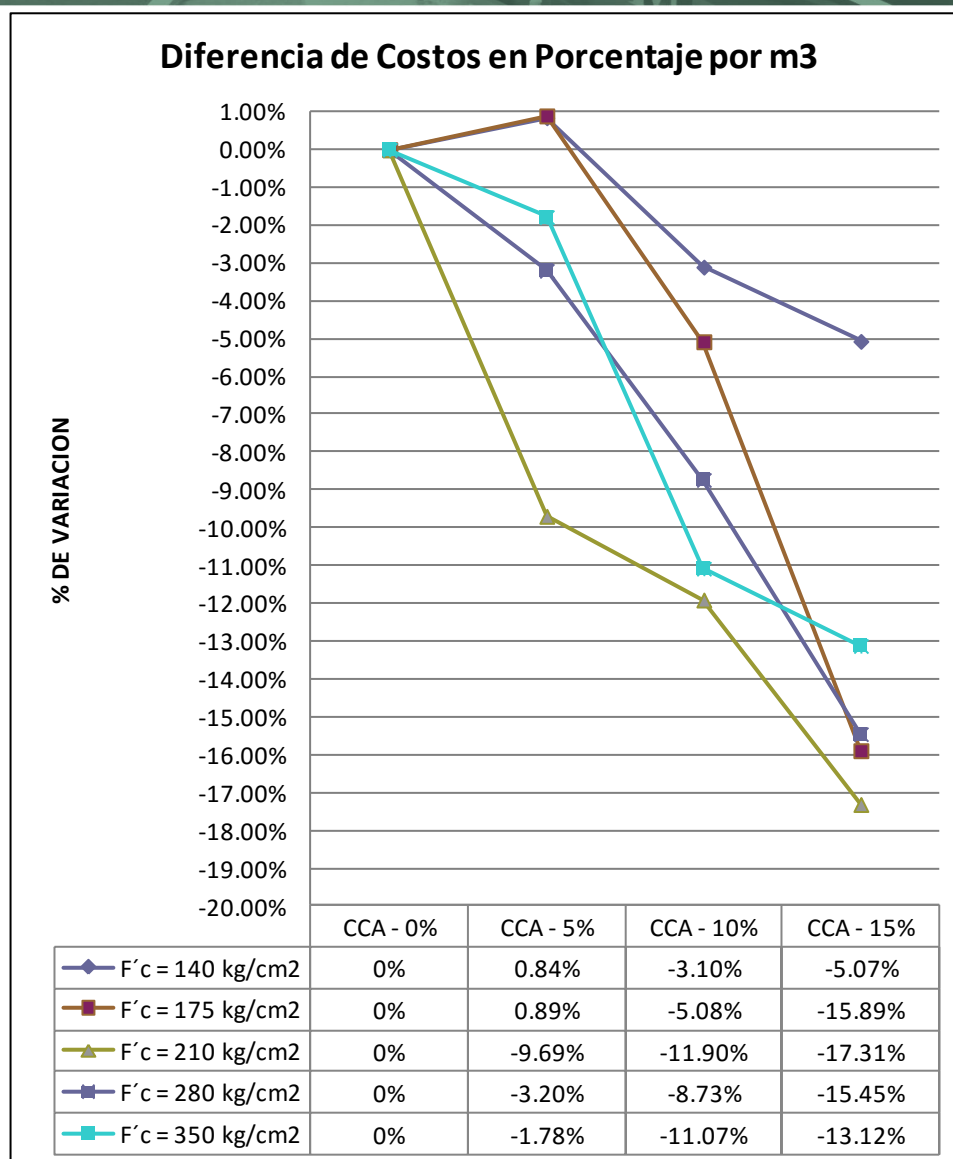
GRAFICA 5.2 GRAFICA DE ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS CON EL MÉTODO MODULO DE FINEZA

5.2.COMPARACIÓN EN COSTOS CON UN CONCRETO CONVENCIONAL.

- Para $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con el Método ACI:

DIFERENCIA DE COSTOS EN PORCENTAJE											
DESCRIPCION	METODO	RESISTENCIA F'C									
		140 kg/cm2		175 kg/cm2		210 kg/cm2		280 kg/cm2		350 kg/cm2	
		%	% de Variacion	%	% de Variacion	%	% de Variacion	%	% de Variacion	%	% de Variacion
CCA - 0%	ACI	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
CCA - 5%	ACI	99.16%	0.84%	99.11%	0.89%	109.69%	-9.69%	103.20%	-3.20%	101.78%	-1.78%
CCA - 10%	ACI	103.10%	-3.10%	105.08%	-5.08%	111.90%	-11.90%	108.73%	-8.73%	111.07%	-11.07%
CCA - 15%	ACI	105.07%	-5.07%	115.89%	-15.89%	117.31%	-17.31%	115.45%	-15.45%	113.12%	-13.12%

TABLA 5.50 DIFERENCIA DE COSTOS EN PORCENTAJES MÉTODO ACI



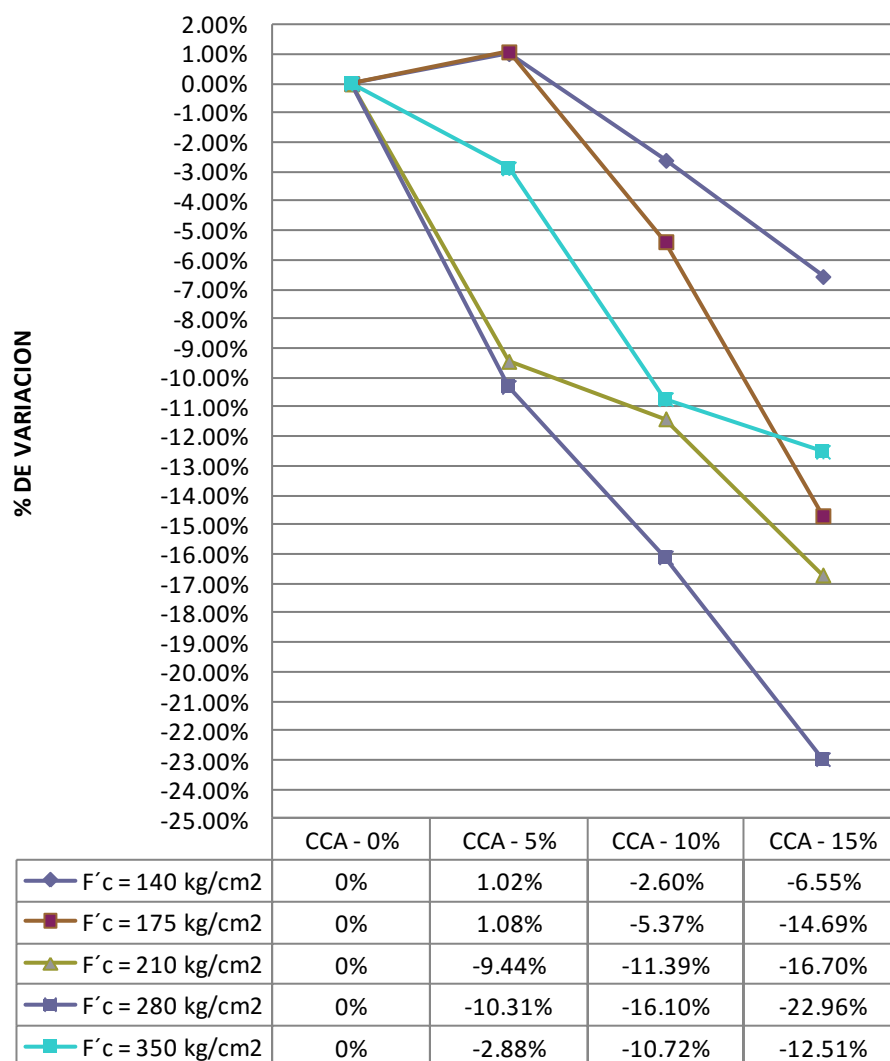
GRAFICA 5.3 DIFERENCIA DE COSTOS EN PORCENTAJES - METODO ACI

- Para $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con el Método Modulo de Fineza:

DIFERENCIA DE COSTOS EN PORCENTAJE											
DESCRIPCION	METODO	RESISTENCIA F'C									
		140 kg/cm ²		175 kg/cm ²		210 kg/cm ²		280 kg/cm ²		350 kg/cm ²	
		%	% de Variacion	%	% de Variacion	%	% de Variacion	%	% de Variacion	%	% de Variacion
CCA - 0%	MF	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
CCA - 5%	MF	98.98%	1.02%	98.92%	1.08%	109.44%	-9.44%	110.31%	-10.31%	102.88%	-2.88%
CCA - 10%	MF	102.60%	-2.60%	105.37%	-5.37%	111.39%	-11.39%	116.10%	-16.10%	110.72%	-10.72%
CCA - 15%	MF	106.55%	-6.55%	114.69%	-14.69%	116.70%	-16.70%	122.96%	-22.96%	112.51%	-12.51%

TABLA 5.51 DIFERENCIA DE COSTOS EN PORCENTAJES MÉTODO MODULO DE FINEZA

Diferencia de Costos en Porcentaje por m³



GRÁFICA 5.4 DIFERENCIA DE COSTOS EN PORCENTAJES - MÉTODO MODULO DE FINEZA

CONCLUSIONES.

- Del análisis de los resultados realizado, se puede inferir que si es factible utilizar hasta un 10% en peso de la ceniza de cáscara de arroz como reemplazo del cemento, ya que mejora la resistencia a la compresión del concreto sin degradar las demás características de este comparado a un concreto convencional, incluso mejorándolas en algunos casos. Se muestra a continuación los detalles de cada diseño a los 28 días:
 - Para el diseño de mezclas 140 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 194 kg/cm², y con un Slump de 3 pulgadas.
 - Para el diseño de mezclas 140 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 182 kg/cm², y con un Slump de 3.5 pulgadas.
 - Para el diseño de mezclas 175 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 201 kg/cm², y con un Slump de 3.5 pulgadas.
 - Para el diseño de mezclas 175 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 203 kg/cm², y con un Slump de 4 pulgadas.
 - Para el diseño de mezclas 210 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 263 kg/cm², y con un Slump de 3 pulgadas.
 - Para el diseño de mezclas 210 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 267 kg/cm², y con un Slump de 3 pulgadas.
 - Para el diseño de mezclas 280 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 375 kg/cm², y con un Slump de 3 pulgadas.
 - Para el diseño de mezclas 280 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 352 kg/cm², y con un Slump de 3.5 pulgadas.
 - Para el diseño de mezclas 350 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 412 kg/cm², y con un Slump de 3.5 pulgadas.
 - Para el diseño de mezclas 350 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se obtuvo una resistencia a la compresión a 28 días de 410 kg/cm², y con un Slump de 4 pulgadas.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que la CCA aumenta la resistencia a la compresión del concreto a medida que transcurre el tiempo de curado, obteniendo que a 49 días la resistencia de concreto con CCA comparado con el concreto convencional aumenta en:
 - 3.54%, para el diseño de mezclas 140 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211.
 - 3.38%, para el diseño de mezclas 140 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
 - 5.96 %, para el diseño de mezclas 175 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211.
 - 4.64%, para el diseño de mezclas 175 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

- 3.28%, para el diseño de mezclas 210 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211.
 - 4.95%, para el diseño de mezclas 210 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
 - 7.79%, para el diseño de mezclas 280 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211.
 - 7.51%, para el diseño de mezclas 280 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
 - 7.33%, para el diseño de mezclas 350 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211.
 - 6.79 %, para el diseño de mezclas 350 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
- Comprobando así la hipótesis general de la presente investigación.
 - En general las propiedades mecánicas y de durabilidad se vieron afectadas por el uso de CCA como reemplazo parcial del cemento, presentando un comportamiento generalizado de aumento de valores frente a los presentados por la muestra sin sustitución de CCA. Los concretos con mayores pérdidas en la resistencia a la compresión son los que contienen altos porcentajes de sustitución CCA. Sin embargo, la resistencia a la compresión con 5 % y 10 % de adición presentaron resultados similares y mayores a largo plazo.
 - Según los ensayos de resistencia a la tracción indirecta de probetas, se logró identificar que esta está entre el 10 y 20% de la resistencia a la compresión de diseño, lo cual es característico en el concreto convencional.
 - La resistencia a la tracción del concreto con CCA en comparación al concreto convencional varía de acuerdo al método de diseño utilizado, teniendo que:
 - En los diseños basados en el método del Comité ACI 211, esta tiende a disminuir en cuanto se aumenta el % de reemplazo de CCA.
 - En los diseños basados en el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, esta tiende a mantenerse igual o aumentar ligeramente.
 - La resistencia a la flexión del concreto con CCA en comparación al concreto convencional varía de acuerdo al método de diseño utilizado, teniendo que:
 - En los diseños basados en el método del Comité ACI 211 y Módulo de Fineza, estos tienden a disminuir en cuanto se aumenta el % de reemplazo de CCA.
 - Se hizo los diseños para un asentamiento de 3 a 4 pulgadas, obteniendo un Slump promedio de 3.5 pulgadas para los diseños de mezclas de 140 kg/cm², 175 kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm² y de 350 kg/cm² con diferentes dosificaciones de aditivo.
 - Según los ensayos realizados a la ceniza de cáscara de arroz en el Laboratorio de la Universidad Católica de Santa María y el Laboratorio Analítico del Sur (LAS) ubicado en el parque industrial Rio Seco, podemos concluir lo siguiente:

- La CCA presenta mayor cantidad de potasio, calcio, magnesio, sodio y fosforo.
 - Los componentes químicos encontrados en la CCA, no son perjudiciales a la salud ni al medio ambiente.
 - La cantidad de Sílice (SiO_2) encontrada en la CCA, comprende el 66.64% de esta.
- El uso de la ceniza de cáscara de arroz en el concreto puede satisfacer la demanda para la conservación de un medio ambiente limpio evitando contaminación de ríos y vertientes del valle de Majes.
- Según los análisis de costos unitarios de la CCA y de los diferentes diseños de concreto, podemos concluir lo siguiente:
- Que el costo unitario por metro cubico de la CCA es de S/. 232.54.
 - Que para el diseño de concreto de 140 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 5.07% para un 10% de CCA.
 - Que para el diseño de concreto de 140 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 6.55% para un 10% de CCA.
 - Que para el diseño de concreto de 175 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 15.89% para un 10% de CCA.
 - Que para el diseño de concreto de 175 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 14.69% para un 10% de CCA.
 - Que para el diseño de concreto de 210 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 17.31% para un 10% de CCA.
 - Que para el diseño de concreto de 210 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 16.70% para un 10% de CCA.
 - Que para el diseño de concreto de 280 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 15.45% para un 10% de CCA.
 - Que para el diseño de concreto de 280 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 22.96% para un 10% de CCA.
 - Que para el diseño de concreto de 350 kg/cm² mediante el método del Comité ACI 211, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 13.12% para un 10% de CCA.
 - Que para el diseño de concreto de 350 kg/cm² mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, se calculó que los costos por metro cubico ascienden hasta un 12.51% para un 10% de CCA.
- El costo por metro cubico de un concreto convencional es más económico realizando diseños mediante el método del Comité ACI 211 que realizando diseños mediante el método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

- La trabajabilidad de los concretos para todos los porcentajes de adición de CCA fue lograda con la ayuda de aditivos plastificantes y súper-plastificantes (Sika he-98 y Euco 37 respectivamente), permitiendo un buen mezclado.
- La cantidad de aditivo plastificante y súper-plastificante tuvo que ser aumentada conjuntamente con el porcentaje de CCA reemplazado para mantener la capacidad de trabajo deseada.



RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que, para evitar disminuciones grandes en las propiedades mecánicas del concreto, el uso de la CCA debe limitarse a niveles porcentuales menores del 10 %, para minimizar los impactos negativos.
- Realizar ensayos a edades avanzadas de 180 y 360 días, con el objetivo de evaluar el comportamiento a largo plazo del concreto con sustitución parcial del cemento por CCA proveniente de desechos del valle de Majes.
- Realizar un quemado más homogéneo de la cáscara de arroz por métodos industrializados para obtener mayor porcentaje de SiO₂ en la ceniza, lo cual aumentara la resistencia del concreto.
- Utilizar técnicas más avanzadas en la molienda de la ceniza de cáscara de arroz para obtener un material más fino y uniforme para así poder tener mayores porcentajes de SiO₂.
- Se recomienda como futura investigación la utilización de cementos tipo no puzolánicos, para poder usar mayores cantidades de CCA como reemplazo al cemento, ya que el cemento tipo IP de Yura ya tiene adicionado entre 30% y 40% de puzolana.
- Se recomienda realizar pruebas acústicas, térmicas y ensayos dinámicos, para conocer a fondo este tipo de concreto y llegar a inferir sobre las aplicaciones que podría llegar a tener a nivel de productividad.
- Se recomienda no elevar la relación agua/cemento para aumentar la trabajabilidad del concreto con CCA, y en su lugar utilizar aditivos tipo A o F, para conseguir la trabajabilidad necesaria y mejorar las características del concreto.
- El tiempo que se recomienda para un adecuado mezclado de concreto es de aproximado 4-5min para obtener una mezcla homogénea.
- Se recomienda en el proceso de mezcla seguir las siguientes pautas:
 - Añadir el 20% del agua.
 - Añadir el 50% de agregado grueso.
 - Añadir el 50% de agregado fino.
 - Añadir el 50% de cemento y CCA.
 - Añadir el 40% del agua.
 - Repetir el procedimiento con el 50% restante de materiales y añadir el agua restante.
- Utilizar diferentes diseños de mezclas, que contengan diversos tamaños y cantidades de agregado, para así obtener mayores criterios para seleccionar una mezcla óptima.

BIBLIOGRAFIA.

- ✓ Ing. Enrique Rivva Lopez; *Diseño de Mezclas*; Fondo Editorial ICG Segunda Edición 2007.
- ✓ Ing. Enrique Pasquel Carbajal; *Tópicos de Tecnología de Concreto*; Impreso Lima, Perú 1999; Segunda Edición.
- ✓ Ing. Fabio Abanto Castillo; *Tecnología del Concreto*; Editorial San Marcos; Primera Edición.
- ✓ Andrés Mafla B. Ingeniero Civil, Docente Programa de Ingeniería Civil, Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO); *Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción*, 2009.
- ✓ Prof. Orlando Giraldo Bolivar; *Dosificación de Mezclas de Hormigón*; Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2006.
- ✓ Julian Salas, Percy Castillo, M. " Isabel Sanchez De Rojas, Janer Veras; *Empleo de cenizas de cascara de arroz como adiciones en morteros*, Apartado 19.002 - 28080 MADRID (España).
- ✓ Anglis Herrera; *Diseño de mezcla de concreto celular con desechos de cascara de arroz y micro sílice*; Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño", Puerto Ordaz, Venezuela; Enero 2014.
- ✓ Sixto Paz, Ana Lucia Chaiña; *Utilización De Material Estéril De La Mina Cerro Verde, Para La Elaboración De Concreto Con Resistencias De 175 Kgf/Cm2 210 Kgf/Cm2 Y 280 Kgf/Cm2 En La Ciudad De Arequipa*; 2015.
- ✓ *Study On Properties Of Rice Husk Ash And Its Use As Cement Replacement Material - Department Of Civil Engineering, Faculty Of Engineering, University Of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia*
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392010000200011
- ✓ *Concretos reforzados con fibras naturales – Universidad Autónoma de Nuevo León - México.*
<http://eprints.uanl.mx/5833/1/1020150648.PDF>
- ✓ *Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA)*
<https://prezi.com/rqa1-j5f4wv5/ceniza-de-cascarilla-de-arroz/>
- ✓ *Aprovechamiento de la Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA)*
https://issuu.com/alienergy/docs/presentacion_alienergy_para_cementeras_y_concreter
- ✓ *Evaluación físico químico de la ceniza de cáscara de arroz (CCA) – Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000400006
- ✓ *Use Of Rice Husk Ash As Partial Replacement For Cement In Concrete - Department of Civil Engineering, Osun State Polytechnic, Iree, Nigeria*
[http://eaas-journal.org/survey/userfiles/files/v5i402%20Civil%20Engineering\(1\).pdf](http://eaas-journal.org/survey/userfiles/files/v5i402%20Civil%20Engineering(1).pdf)
- ✓ ASTM C232: *Determinación de la exudación del concreto.*
- ✓ ASTM C31: *Practica para la preparación y curado de probetas.*

- ✓ *ASTM C39: Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.*
- ✓ *ASTM C496: Resistencia a la Tracción indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto.*
- ✓ *BS 1881-117: Method for determination of tensile splitting strength.*
- ✓ *ASTM C78: Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Carga en los Tercios del Claro).*
- ✓ *ASTM C293: Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Carga en el centro del Claro).*
- ✓ *ASTM C33: Especificación Normalizada para Agregados para Concreto.*
- ✓ *ASTM C127: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, Gravedad Específica y la Absorción de Agregados Gruesos.*
- ✓ *MTC E 206 - 2000: Peso específico y la absorción del agregado grueso.*
- ✓ *NTP 400.021 – 1979: Método de ensayo para la determinación del peso específico y la absorción del agregado grueso.*
- ✓ *ASTM C29: Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente (peso unitario) e Índice de Huecos en los Agregados.*
- ✓ *MTC E 203 – 2002: Peso unitario y vacío de los agregados.*
- ✓ *NTP 400.017 – 2011: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.*
- ✓ *ASTM C 566: Método de Ensayo Normalizado para Medir el Contenido Total de Humedad Evaporable en Agregados.*
- ✓ *MTC E 108 – 2000: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.*
- ✓ *NTP 339.185 – 2002: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.*
- ✓ *ASTM C40: Ensayo para determinar impurezas orgánicas de los agregados.*
- ✓ *MTC E 213 – 2002: Impurezas orgánicas en el agregado fino.*
- ✓ *NTP 400.013 -2002: Efecto de las Impurezas Orgánicas en Agregado Fino.*
- ✓ *ASTM C131: Prueba de Abrasión Los Ángeles.*
- ✓ *MTC E 207 – 2000: Abrasión los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5mm (1 ½").*
- ✓ *NTP 400.019 – 2002: Resistencia al Desgaste en Agregados Gruesos de Tamaño Pequeño por Medio de la Máquina los Ángeles.*
- ✓ *AASHTO T96: Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine.*
- ✓ *NTP 400.012 – 2000: Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global.*

- ✓ *NTP 400.022 – 1979: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.*
- ✓ *ASTM C128: Método de Ensayo Normalizado para Determinar Densidad, Densidad Relativa (Peso Específico) y la Absorción de los Agregados Finos.*
- ✓ *MTC E 205 – 2002: Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos.*
- ✓ *NTP 334.090: Cementos Portland Adicionados. Requisitos.*
- ✓ *ASTM C494 Tipo A: Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto. Aditivos Reductores de Agua.*
- ✓ *ASTM C494 Tipo F: Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto. Aditivos Reductores de Agua de Alto Rango.*



REFERENCIAS.

Abanto, F. (2009). *Tecnología Del Concreto (Teoría y Problemas)*. Lima: San Marcos E.I.R.L.

Abat, C. (s.f.). *monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos94/concreto-ii-primera-parte/concreto-ii-primera-parte.shtml#segregacia>

Aguila, i., & Sosa, M. (2008). Evaluación Físico-químico de Ceniza de Cascarilla de Arroz, Bagazo de Caña de Azúcar y Hoja de Maíz y su Influencia en Mezclas de Mortero como Materiales Puzolánicos. *Universidad Central de Venezuela*.

Alban, A. (2011). *Peso Específico y Absorción Del Agregado Grueso y Fino*. Quito.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (1999). AASHTO. *AASHTO T-96*.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2007). AASHTO. *AASHTO T-37*.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (s.f.). AASHTO. U.S.

American Society For Testing Materials. (1992). Standards For Testing Materials. *ASTM C-40*. U.S.

American Society For Testing Materials. (1993). Standards For Testing Materials. *ASTM C-127*. U.S.

American Society For Testing Materials. (1996). Standards For Testing Material. *ASTM C-131*. U.S.

American Society For Testing Materials. (1996). Standards For Testing Material. *ASTM C-136*. U.S.

American Society For Testing Materials. (1996). Standards For Testing Material. *ASTM C-496*. U.S.

American Society For Testing Materials. (1997). Standards For Testing Material. *ASTM C-29*. U.S.

American Society For Testing Materials. (1997). Standards For Testing Material. *ASTM C-128*. U.S.

American Society For Testing Materials. (2003). Standards For Testing Material. *ASTM C-33*. U.S.

American Society For Testing Materials. (2004). Standards For Testing Material. *ASTM C-566*. U.S.

American Society for Testing Materials. (s.f.). Standards for Testing Materials. U.S.

Bernal, J. (2009). *El Agua del Concreto*. Obtenido de <http://elconcreto.blogspot.pe/>:
<http://elconcreto.blogspot.pe/2009/01/el-agua-del-concreto.html>

Centeno, P., Robayo, R., Díaz, J., Monzó, J., & Del Vasto, S. (2015). Aplicación de Ceniza de Cascarilla de Arroz obtenida de un Proceso Agroindustrial para la Fabricación de Bloques en Concreto No Estructurales. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*.

CivilGeek. (s.f.). *Propiedades Principales del Concreto*. Obtenido de civilgeeks.com:
<http://civilgeeks.com/2011/12/11/propiedades-principales-del-concreto/>

CivilGeek. (s.f.). *Tipos de Aditivo para Concreto*. Obtenido de civilgeeks.com:
<http://civilgeeks.com/2011/12/11/tipos-de-aditivos-para-concreto/>

- Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla. (s.f.). *Determinación de Cloruro*. Obtenido de ambientum.com:
http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/Determinacion_de_cloruro.asp
- Laura Huanca, S. (2006). *Diseño de Mezclas de Concreto*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Mendez, A. (2014). *Determinación de Silice Bruta*. Quito: Universidad Católica del Ecuador.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). Normas Legales MTC. *MTC E-206*. Peru.
- Ministerio De Transportes y Comunicaciones. (2000). Normas Legales MTC. *MTC E-207*. Peru.
- Ministerio De Transportes y Comunicaciones. (2000). Normas Legales MTC. *MTC E-108*. Peru.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2002). Normas Legales MTC. *MTC E-213*. Peru.
- Ministerio De Transportes y Comunicaciones. (2002). Normas Legales MTC. *MTC E-205*. Peru.
- Ministerio De Transportes y Comunicaciones. (2002). Normas Legales MTC. *MTC E-203*. Peru.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (s.f.). Normas Legales MTC. Perú.
- Ministerio De Transportes y Comunicaciones. (2002). Normas Legales MTC. *MTC 400.037*. Peru.
- National Ready Mixed Concrete Association. (s.f.). *CIP16 - Resistencia a la Flexión del Concreto*. Pittsburgh.
- Norma Técnica Peruana. (1979). Norma Técnica Peruana. *NTP 400.021*. Peru.
- Norma Técnica Peruana. (1979). Norma Técnica Peruana. *NTP 400.022*. Peru.
- Norma Técnica Peruana. (2001). Norma Técnica Peruana. *NTP 400.012*. Peru.
- Norma Técnica Peruana. (2002). Norma Técnica Peruana. *NTP 400.019*. Peru.
- Norma Técnica Peruana. (2002). Norma Técnica Peruana. *NTP 339.185*. Peru.
- Norma Técnica Peruana. (2002). Norma Técnica Peruana (NTP 400.013). Peru.
- Norma Técnica Peruana. (2011). Norma Técnica Peruana. *NTP 400.017*. Peru.
- Norma Técnica Peruana. (s.f.). Norma Técnica Peruana. Perú.
- Paz, S., & Chaiña, A. (2015). *Utilización De Material Estéril De La Mina Cerro Verde, Para La Elaboración De Concreto Con Resistencias De 175 Kg/Cm² 210 Kg/Cm² Y 280 Kg/Cm² En La Ciudad De Arequipa*. Arequipa.
- Rios, E. (2011). *Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar como Sustituto Porcentual del Agregado Fino en la elaboración de Concreto Hidráulico*. Veracruz.
- Sika Perú S.A. (2014). Hoja Técnica Plastiment HE-98. Lima. Obtenido de sika.com.pe:
<http://per.sika.com/dms/getdocument.get/862a3c3b-6bbc-36f5-a0ca-c6475851bbef/HT-PLASTIMENT%20HE%2098.pdf>
- The Euclid Chemical Company. (2015). Hoja Técnica EUCO 37. Lima.

U.S. Environmental Protection Agency. (1994). Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

Universidad de Chiclayo. (2016). *Propiedades del Concreto Fresco*. Chiclayo.

Universidad Nacional Del Santa. (2011). *Tecnología De Los Materiales*. Chimbote.

Universidad Privada del Norte. (2015). *Tecnología del Concreto*. Trujillo.

Wikipedia. (2016). Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Humedad>

Wikipedia. (2016). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Cono_de_Abrams

Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya. (s.f.). *Determinación Turbidimétrica de Sulfato*. Obtenido de xtec.gencat.cat: <http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/08turbi.html>

Yura S.A. (2015). *Manual Digital de Cemento Portland Puzolanico Tipo IP*. Obtenido de yura.com.pe: http://www.yura.com.pe/data/manual_ip.pdf



LISTADO DE FIGURAS.

Figura 2.1 Sacos de Cáscara de Arroz.....	6
Figura 2.2 Ubicación del valle de majes.	6
Figura 2.3 Combustión de la Cascara de Arroz.....	8
Figura 2.4 Ceniza de Cáscara de Arroz.	9
Figura 2.5 Tamizado de la CCA.	10
Figura 2.6 Llenado del cono de abrams	15
Figura 2.7 Apisonado cono de abrams.	16
Figura 2.8 Medición del slump (plg).....	17
Figura 2.9 Procedimiento del ensayo.....	17
Figura 2.10 Características del equipo para medir el factor de compactación.....	21
Figura 2.11 Probetas curadas para ensayar.	24
Figura 2.12 Probeta ensayada a compresión.	25
Figura 2.13 Falla de probeta a tracción indirecta.....	27
Figura 2.14 Rotura a tracción indirecta.....	27
Figura 2.15 Normas para flexión en vigas.	29
Figura 2.16 Colocación de viga para ensayo a flexión.....	30
Figura 2.17 Falla de viga en el tercio central.....	30
Figura 2.18 Diagrama para el ensayo de flexión por el método de carga al centro de la luz.	31
Figura 3.1 Granulometría CCA.....	33
Figura 3.2 Secado de la CCA en la estufa	35
Figura 3.3 Prueba del cono.....	36
Figura 3.4 Peso de la probeta.....	36
Figura 3.5 Agitado de la probeta con la muestra.....	37
Figura 3.6 Procedimiento: Cuarteo del Agregado Grueso.	40
Figura 3.7 Granulometría agregado grueso.	41
Figura 3.8 Secado de la muestra con franela.	44
Figura 3.9 peso la canasta más la muestra.....	45
Figura 3.10 Peso unitario compactado.....	48
Figura 3.11 Procedimiento: Muestra en el horno.	50
Figura 3.12 Maquina de los ángeles.....	52
Figura 3.13 Cuarteo de la muestra.....	57
Figura 3.14 Procedimiento: Colocar la muestra en la maquina tamizadora por 3 min	58
Figura 3.15 Muestra retenida en los diferentes tamices	58
Figura 3.16 Secado de la arena en la estufa.....	62
Figura 3.17 Prueba del cono.....	63
Figura 3.18 Desmoronamiento de la arena.....	63
Figura 3.19 Peso de la probeta.....	63
Figura 3.20 Bandeja con agregado	67
Figura 3.21 Recipiente.....	67
Figura 3.22 Varilla de Compactación.....	68
Figura 3.23 Procedimiento: Añadir el Hidróxido de Sodio.	75
Figura 3.24 Comparación de muestra con la tabla de colores.	76

Figura 3.25 Cemento Yura IP.....	79
Figura 3.26 Procedimiento: Papel tornasol y la muestra	81
Figura 3.27 Aditivo Sika Plastiment HE 98.....	85
Figura 3.28 Materiales para el diseño de mezclas ACI.....	104
Figura 3.29 Agregados fino y grueso	185



LISTADO DE GRÁFICOS.

Gráfica 3.1 Curva Granulométrica de la CCA.....	33
Gráfica 3.2 Curva granulométrica del agregado grueso.....	42
Gráfica 3.3 Curva Granulométrica del agregado fino.....	60
Gráfica 4.1 Variación: % CCA - Slump (ACI - 140 Kg/cm ²).....	262
Gráfica 4.2 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (ACI - 140 Kg/cm ²).....	262
Gráfica 4.3 Variación: % CCA - Slump (ACI - 175 Kg/cm ²).....	263
Gráfica 4.4 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (ACI - 175 Kg/cm ²).....	263
Gráfica 4.5 Variación: % CCA - Slump (ACI - 210 Kg/cm ²).....	264
Gráfica 4.6 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (ACI - 210 Kg/cm ²).....	264
Gráfica 4.7 Variación: % CCA - Slump (ACI - 280 Kg/cm ²).....	265
Gráfica 4.8 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (ACI - 280 Kg/cm ²).....	265
Gráfica 4.9 Variación: % CCA - Slump (ACI - 350 Kg/cm ²).....	266
Gráfica 4.10 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (ACI - 350 Kg/cm ²).....	266
Gráfica 4.11 Variación: % CCA - Slump (MF - 140 Kg/cm ²).....	267
Gráfica 4.12 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (MF - 140 Kg/cm ²).....	267
Gráfica 4.13 Variación: % CCA - Slump (MF - 175 Kg/cm ²).....	268
Gráfica 4.14 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (MF - 175 Kg/cm ²).....	268
Gráfica 4.15 Variación: % CCA - Slump (MF - 210 Kg/cm ²).....	269
Gráfica 4.16 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (MF - 210 Kg/cm ²).....	269
Gráfica 4.17 Variación: % CCA - Slump (MF - 280 Kg/cm ²).....	270
Gráfica 4.18 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (MF - 280 Kg/cm ²).....	270
Gráfica 4.19 Variación: % CCA - Slump (MF - 350 Kg/cm ²).....	271
Gráfica 4.20 Variación: % CCA - Cantidad Aditivo (MF - 350 Kg/cm ²).....	271
Gráfica 4.21 Resistencia a la Compresión - ACI 140 Kg/cm ² - 7 días.....	272
Gráfica 4.22 Resistencia a la Compresión - ACI 140 Kg/cm ² - 14 días.....	273
Gráfica 4.23 Resistencia a la Compresión - ACI 140 Kg/cm ² - 28 días.....	274
Gráfica 4.24 Resistencia a la Compresión - ACI 140 Kg/cm ² - 49 días.....	275
Gráfica 4.25 Evolución de la resistencia a la compresión 140 Kg/cm ² (ACI).....	276
Gráfica 4.26 Resistencia a la Compresión - ACI 175 Kg/cm ² - 7 días.....	277
Gráfica 4.27 Resistencia a la Compresión - ACI 175 Kg/cm ² - 14 días.....	278
Gráfica 4.28 Resistencia a la Compresión - ACI 175 Kg/cm ² - 28 días.....	279
Gráfica 4.29 Resistencia a la Compresión - ACI 175 Kg/cm ² - 49 días.....	280
Gráfica 4.30 Evolución de la resistencia a la compresión - 175 Kg/cm ² (ACI).....	281
Gráfica 4.31 Resistencia a la Compresión - ACI 210 Kg/cm ² - 7 días.....	282
Gráfica 4.32 Resistencia a la Compresión - ACI 210 Kg/cm ² - 14 días.....	283
Gráfica 4.33 Resistencia a la Compresión - ACI 210 Kg/cm ² - 28 días.....	284
Gráfica 4.34 Resistencia a la Compresión - ACI 210 Kg/cm ² - 49 días.....	285
Gráfica 4.35 Evolución de la resistencia a la compresión - 210 Kg/cm ² (ACI).....	286
Gráfica 4.36 Resistencia a la Compresión - ACI 280 Kg/cm ² - 7 días.....	287
Gráfica 4.37 Resistencia a la Compresión - ACI 280 Kg/cm ² - 14 días.....	288
Gráfica 4.38 Resistencia a la Compresión - ACI 280 Kg/cm ² - 28 días.....	289
Gráfica 4.39 Resistencia a la Compresión - ACI 280 Kg/cm ² - 49 días.....	290
Gráfica 4.40 Evolución de la resistencia a la compresión - 280 Kg/cm ² (ACI).....	291

Gráfica 4.41 Resistencia a la Compresión - ACI 350 Kg/cm ² – 7 días.	292
Gráfica 4.42 Resistencia a la Compresión - ACI 350 Kg/cm ² – 14 días.	293
Gráfica 4.43 Resistencia a la Compresión – ACI 350 Kg/cm ² – 28 días.....	294
Gráfica 4.44 Resistencia a la Compresión – ACI 350 Kg/cm ² – 49 días.....	295
Gráfica 4.45 Evolución de la resistencia a la compresión - 350 Kg/cm ² (ACI).	296
Gráfica 4.46 Resistencia a la Compresión - MF 140 Kg/cm ² - 7 días.	297
Gráfica 4.47 Resistencia a la Compresión - MF 140 Kg/cm ² - 14 días.	298
Gráfica 4.48 Resistencia a la Compresión - MF 140 Kg/cm ² - 28 días.	299
Gráfica 4.49 Resistencia a la Compresión - MF 140 Kg/cm ² - 49 días.	300
Gráfica 4.50 Evolución de la resistencia a la compresión - 140 kg/cm ² (MF).....	301
Gráfica 4.51 Resistencia a la Compresión – MF 175 Kg/cm ² – 7 días.....	302
Gráfica 4.52 Resistencia a la Compresión - MF 175 Kg/cm ² - 14 días.	303
Gráfica 4.53 Resistencia a la Compresión - MF 175 Kg/cm ² – 28 días.....	304
Gráfica 4.54 Resistencia a la Compresión - MF 175 Kg/cm ² – 49 días.....	305
Gráfica 4.55 Evolución de la resistencia a la compresión - 175 kg/cm ² (MF).....	306
Gráfica 4.56 Resistencia a la Compresión - MF 210 Kg/cm ² - 7 días.	307
Gráfica 4.57 Resistencia a la Compresión - MF 210 Kg/cm ² – 14 días.....	308
Gráfica 4.58 Resistencia a la Compresión - MF 210 Kg/cm ² – 28 días.....	309
Gráfica 4.59 Resistencia a la Compresión - MF 210 Kg/cm ² – 49 días.....	310
Gráfica 4.60 Evolución de la resistencia a la compresión - 210 kg/cm ² (MF).....	311
Gráfica 4.61 Resistencia a la Compresión - MF 280 Kg/cm ² – 7 días.....	312
Gráfica 4.62 Resistencia a la Compresión – MF 280 Kg/cm ² – 14 días.....	313
Gráfica 4.63 Resistencia a la Compresión - MF 280 Kg/cm ² – 28 días.....	314
Gráfica 4.64 Resistencia a la Compresión - MF 280 Kg/cm ² - 49 días.	315
Gráfica 4.65 Evolución de la resistencia a la compresión - 280 kg/cm ² (MF).....	316
Gráfica 4.66 Resistencia a la Compresión - MF 350 Kg/cm ² – 7 días.....	317
Gráfica 4.67 Resistencia a la Compresión - MF 350 Kg/cm ² – 14 días.....	318
Gráfica 4.68 Resistencia a la Compresión – MF 350 Kg/cm ² – 28 días.....	319
Gráfica 4.69 Resistencia a la Compresión – MF 350 Kg/cm ² – 49 días.....	320
Gráfica 4.70 Evolución de la resistencia a la compresión - 350 kg/cm ² (MF).....	321
Gráfica 4.71 Resistencia a la tracción indirecta - ACI 140 kg/cm ² – 49 días.	322
Gráfica 4.72 Resistencia a la tracción indirecta – ACI 175 kg/cm ² – 49 días.	323
Gráfica 4.73 Resistencia a la tracción indirecta – ACI 210 kg/cm ² – 49 días.	324
Gráfica 4.74 Resistencia a la tracción indirecta – ACI 280 kg/cm ² – 49 días.	325
Gráfica 4.75 Resistencia a la tracción indirecta – ACI 350 kg/cm ² – 49 días.	326
Gráfica 4.76 Resistencia a la tracción indirecta – MF 140 kg/cm ² – 49 días.	327
Gráfica 4.77 Resistencia a la tracción indirecta – MF 175 kg/cm ² – 49 días.	328
Gráfica 4.78 Resistencia a la tracción indirecta – MF 210 kg/cm ² – 49 días.	329
Gráfica 4.79 Resistencia a la tracción indirecta – MF 280 kg/cm ² – 49 días.	330
Gráfica 4.80 Resistencia a la tracción indirecta – MF 350 kg/cm ² – 49 días.	331
Gráfica 4.81 Evolución de la resistencia a la flexión - ACI 210 kg/cm ²	332
Gráfica 4.82 Evolución de la resistencia a la flexión – ACI 280 kg/cm ²	333
Gráfica 4.83 Evolución de la resistencia a la flexión – ACI 350 kg/cm ²	334
Gráfica 4.84 Evolución de la resistencia a la flexión – MF 210 kg/cm ²	335
Gráfica 4.85 Evolución de la resistencia a la flexión – MF 280 kg/cm ²	336
Gráfica 4.86 Evolución de la resistencia a la flexión – MF 350 kg/cm ²	337

LISTADO DE TABLAS.

Tabla 1.1 Producción de arroz (ton)	3
Tabla 2.1 Elementos aplicables al ensayo EPA METHOD 200.7.	11
Tabla 2.2 Resultados EPA METHOD 200.7 con una muestra de 50 gr. de CCA.	13
Tabla 2.3 Resultados ensayo gravimétrico para obtención de % de SiO ₂ en la CCA.	14
Tabla 2.4 Trabajabilidad, revenimiento y factor de compactación de concretos con tamaño máximo de agregado de 19 a 38 mm (3/4 a 1 ½ pulg.).....	22
Tabla 3.1 Ensayo Granulométrico de la CCA.	32
Tabla 3.2 Datos para el peso específico y absorción.....	37
Tabla 3.3 Resumen de resultados del peso específico y absorción de la CCA.	38
Tabla 3.4 Tabla utilizada para seleccionar el peso necesario según su TMN.....	40
Tabla 3.5 Tabla de límites y husos de agregado grueso ASTM C 33.	41
Tabla 3.6 Ensayo granulométrico del agregado grueso.	42
Tabla 3.7 Tabla de resultados de la gravedad específica nominal del agregado grueso.	45
Tabla 3.8 Tabla de resultados de la gravedad específica aparente del agregado grueso.	45
Tabla 3.9 Tabla de resultados de la gravedad específica saturada de agregado grueso.	46
Tabla 3.10 Tabla de resultados de absorción de agregado grueso.	46
Tabla 3.11 Tabla de resultados del volumen del recipiente o proctor para el agregado grueso.....	48
Tabla 3.12 Tabla de resultados de peso unitario compactado de agregado grueso.....	49
Tabla 3.13 Tabla de resultados del peso unitario suelto de agregado grueso.....	49
Tabla 3.14 Tabla de resultados de contenido de humedad del agregado grueso.	51
Tabla 3.15 Tabla de la Granulometría de la muestra de Agregado para Ensayo.	53
Tabla 3.16 Tabla que indica el número de esferas deberá contener el ensayo.....	53
Tabla 3.17 Tabla de los resultados de la abrasión del agregado grueso.....	54
Tabla 3.18 Análisis Granulométrico del Agregado Fino	56
Tabla 3.19 Denominación de los tamices según el tamaño de la abertura	56
Tabla 3.20 Límites del agregado fino según – ASTM C 33.....	59
Tabla 3.21 Ensayo Granulométrico del Agregado Fino	59
Tabla 3.22 Determinación de los deciles.....	60
Tabla 3.23 Datos para el peso específico y absorción.....	64
Tabla 3.24 Resumen de resultados del peso específico y absorción	65
Tabla 3.25 Resumen de resultados del peso unitario suelto del agregado fino	70
Tabla 3.26 Resumen de resultados del peso unitario compactado del agregado fino	71
Tabla 3.27 Resumen de resultados del contenido de humedad del agregado fino.....	73
Tabla 3.28 Tabla de los 5 vidrios de color estándar.	75
Tabla 3.29 Resumen de resultados del contenido de materia orgánica en agregado fino.....	76
Tabla 3.30 Especificaciones Químicas y Físicas del cemento	78
Tabla 3.31 Límites máximos permisibles de concentración.....	81
Tabla 3.32 Volúmenes de las diluciones patrón intermedias de sulfato para preparar las diluciones de medida.	84
Tabla 3.33 Resultados análisis físico-químico del agua.....	84

Tabla 3.34 Pérdida de asentamiento típica	88
Tabla 3.35 Resistencia a la compresión promedio	89
Tabla 3.36 Consistencia y asentamientos	89
Tabla 3.37 Requerimientos aproximados de agua de mezclado	90
Tabla 3.38 Contenido de aire atrapado	91
Tabla 3.39 Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto	91
Tabla 3.40 Relación de a/c sin aire incorporado	92
Tabla 3.41 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	93
Tabla 3.42 Resistencia a la compresión promedio	96
Tabla 3.43 Consistencia y asentamientos	96
Tabla 3.44 Requerimientos aproximados de agua de mezclado	97
Tabla 3.45 Contenido de aire atrapado	98
Tabla 3.46 Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto	98
Tabla 3.47 Relación de a/c sin aire incorporado	99
Tabla 3.48 Modulo de fineza de la combinación de agregados	100
Tabla 4.1 Evolución de la resistencia a la compresión - 140 Kg/cm ² (ACI)	275
Tabla 4.2 Evolución de la resistencia a la compresión - 175 Kg/cm ² (ACI)	280
Tabla 4.3 Evolución de la resistencia a la compresión - 210 Kg/cm ² (ACI)	285
Tabla 4.4 Evolución de la resistencia a la compresión - 280 Kg/cm ² (ACI)	290
Tabla 4.5 Evolución de la resistencia a la compresión - 350 Kg/cm ² (ACI)	295
Tabla 4.6 Evolución de la resistencia a la compresión - 140 Kg/cm ² (MF)	300
Tabla 4.7 Evolución de la resistencia a la compresión - 175 kg/cm ² (MF)	305
Tabla 4.8 Evolución de la resistencia a la compresión - 210 kg/cm ² (MF)	310
Tabla 4.9 Evolución de la resistencia a la compresión - 280 kg/cm ² (MF)	315
Tabla 4.10 Evolución de la resistencia a la compresión - 350 kg/cm ² (MF)	320
Tabla 5.1 Análisis De Costos Unitarios Para 1m ³ De Ceniza De Cáscara De Arroz (Cca)	340
Tabla 5.2 Peso Unitario Suelto De Los Materiales	340
Tabla 5.3 Tabla Resumen De Las Cantidades 140 Kg/Cm	341
Tabla 5.4 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo - 140 Kg/Cm ² Método ACI	341
Tabla 5.5 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo - 140 Kg/Cm ² – Método Modulo De Fineza	342
Tabla 5.6 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo - 140 Kg/Cm ² Método Aci	342
Tabla 5.7 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo – 140 Kg/Cm ² – Método Modulo De Fineza	343
Tabla 5.8 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo - 140 Kg/Cm ² Método Aci	343
Tabla 5.9 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo – 140 Kg/Cm ² – Método Modulo De Fineza	344
Tabla 5.10 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo - 140 Kg/Cm ² Método Aci	344
Tabla 5.11 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo – 140 Kg/Cm ² – Método Modulo De Fineza	345
Tabla 5.12 Tabla Resumen De Las Cantidades 175 Kg/Cm ²	345
Tabla 5.13 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo - 175 Kg/Cm ² Método Aci	346
Tabla 5.14 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo – 175 Kg/Cm ² – Método Modulo De Fineza	346
Tabla 5.15 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo - 175 Kg/Cm ² Método Aci	347

Tabla 5.16 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo – 175 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	347
Tabla 5.17 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo - 175 Kg/Cm2 Método Aci	348
Tabla 5.18 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo – 175 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	348
Tabla 5.19 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo - 175 Kg/Cm2 Método Aci	349
Tabla 5.20 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo – 175 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	349
Tabla 5.21 Tabla Resumen De Las Cantidades 210 Kg/Cm2.....	350
Tabla 5.22 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo - 210 Kg/Cm2 Método Aci	350
Tabla 5.23 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo – 210 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	351
Tabla 5.24 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo - 210 Kg/Cm2 Método Aci	351
Tabla 5.25 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo – 210 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	352
Tabla 5.26 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo - 210 Kg/Cm2 Método Aci	352
Tabla 5.27 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo – 210 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	353
Tabla 5.28 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo - 210 Kg/Cm2 Método Aci	353
Tabla 5.29 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo – 210 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	354
Tabla 5.30 Tabla Resumen De Las Cantidades 280 Kg/Cm2.....	354
Tabla 5.31 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo - 280 Kg/Cm2 Método Aci	355
Tabla 5.32 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo – 280 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	355
Tabla 5.33 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo - 280 Kg/Cm2 Método Aci	356
Tabla 5.34 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo – 280 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	356
Tabla 5.35 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo - 280 Kg/Cm2 Método Aci	357
Tabla 5.36 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo – 280 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	357
Tabla 5.37 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo - 280 Kg/Cm2 Método Aci	358
Tabla 5.38 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo – 280 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	358
Tabla 5.39 Tabla Resumen De Las Cantidades 350 Kg/Cm2.....	359
Tabla 5.40 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo - 350 Kg/Cm2 Método Aci	359
Tabla 5.41 Análisis De Costos Unitarios Para Un 0% De Reemplazo – 350 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	360
Tabla 5.42 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo - 350 Kg/Cm2 Método Aci	360
Tabla 5.43 Análisis De Costos Unitarios Para Un 5% De Reemplazo – 350 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	361
Tabla 5.44 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo - 350 Kg/Cm2 Método Aci	361
Tabla 5.45 Análisis De Costos Unitarios Para Un 10% De Reemplazo – 350 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	362
Tabla 5.46 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo - 350 Kg/Cm2 Método Aci	362

Tabla 5.47 Análisis De Costos Unitarios Para Un 15% De Reemplazo – 350 Kg/Cm2 – Método Modulo De Fineza	363
Tabla 5.48 Análisis Comparativo De Costos Unitarios - Tabla Resumen Método ACI.....	363
Tabla 5.49 Análisis Comparativo De Costos Unitarios - Tabla Resumen Método Modulo De Fineza	364
Tabla 5.50 Diferencia De Costos En Porcentajes Método Aci	365
Tabla 5.51 Diferencia De Costos En Porcentajes Método Modulo De Fineza.....	366



ANEXOS

ANEXO 01:



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD
Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO Nº DE INFORME: ANA12A16.002054

Nombre del Cliente	: FRANCO IGLESIAS VALDIVIA
Dirección del Cliente	: URB PABLO VI II ETAPA D-15 CERCADO
RUC	: NO DECLARA
Condición del Muestreado	: POR EL CLIENTE
Descripción	: AGUA SUBTERRANEA
Tamaño de muestra	: 450 mL
Fecha de Recepción	: 12/01/2016
Fecha de Inicio del Ensayo	: 12/01/2016
Fecha de Emisión de Informe	: 15/01/2016
Página	: 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACION DE CLORUROS (mg/L) ITINTEC 214.021.1988, Método Argentométrico	68,09
DETERMINACION DE SULFATOS (mg/L) NTP 214.023.2000, Método Turbidimétrico	126,15

OBSERVACIONES:

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL –DA.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
CQFDA 00624
JEFE DE LABORATORIO LECC





Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-16-00458

Fecha de emisión: 27/01/2016

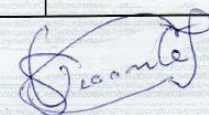
Pág.: 1/1

Señores: FRANCO IGLESIAS VALDIVIA y RONALD EDUWIN YUPANQUI QUENTA
Dirección: URB. PABLO SEXTO 2 ETAPA P 15 CERCADO AREQUIPA
Atención: FRANCO IGLESIAS VALDIVIA y RONALD EDUWIN YUPANQUI QUENTA
Recepción: 19/01/2016
Realización: 19/01/2016

Método de ensayo aplicado

*665 Método de Ensayo para Sílice Lote por Fusión Alcalina - Gravimetría
*511 Método de Ensayo para Aluminio por Fusión Alcalina - Absorción Atómica

Muestra #	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	*665 SiO ₂ %	*511 Al ₂ O ₃ %
MN16000494	CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	CENIZA	No proporcionado por el cliente	66,64	0,33



Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico CIP 19474

"<Valor numérico" = Límite de detección del método, "<Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

ANEXO 03:



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 251210 ANEXO 1166
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA09J15.001922

Nombre del Cliente	: FRANCO IGLESIAS VALDIVIA
Dirección del Cliente	: Urb Pablo VI II etapa P-15
RUC	: No declara
Condición del Muestreado	: Por el cliente
Descripción	: Ceniza De Cascarilla De Arroz
Tamaño de muestra	: 50 g
Fecha de Recepción	: 09/10/2015
Fecha de Inicio del Ensayo	: 09/10/2015
Fecha de Emisión de Informe	: 14/10/2015
Página	: 1 de 2

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE METALES TOTALES (mg/L) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry EPA METHOD 200.7	
Plata (Ag)	No detectable
Aluminio (Al)	286,3
Arsénico (As)	No detectable
Boro (B)	110,0
Bario (Ba)	8,3
Berilio (Be)	No detectable
Bismuto (Bi)	No detectable
Calcio (Ca)	17630,0
Cadmio (Cd)	No detectable
Cobalto (Co)	0,5
Cromo (Cr)	9,1
Cobre (Cu)	49,9
Hierro (Fe)	404,2
Mercurio (Hg)	No detectable
Potasio (K)	24200,0
Litio (Li)	2,6
Magnesio (Mg)	2386,0
Manganeso (Mn)	326,0
Molibdeno (Mo)	No detectable
Sodio (Na)	2199,0
Niquel (Ni)	2,2
Fosforo (P)	2005,0
Plomo (Pb)	17,9
Antimonio (Sb)	No detectable
Selenio (Se)	1,0
Silicio (Si)	128,8



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 251210 ANEXO 1166
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA09J15.001922

Nombre del Cliente	: FRANCO IGLESIAS VALDIVIA
Dirección del Cliente	: Urb Pablo VI II etapa P-15
RUC	: No declara
Condición del Muestreado	: Por el cliente
Descripción	: Ceniza De Cascarilla De Arroz
Tamaño de muestra	: 50 g
Fecha de Recepción	: 09/10/2015
Fecha de Inicio del Ensayo	: 09/10/2015
Fecha de Emisión de Informe	: 14/10/2015
Página	: 2 de 2

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE METALES TOTALES (mg/L) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry EPA METHOD 200.7	
Estaño (Sn)	1,0
Estroncio (Sr)	29,2
Titanio (Ti)	10,1
Talio (Tl)	No detectable
Vanadio (V)	2,5
Zinc (Zn)	555,3

OBSERVACIONES:

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL -DA


R. F. Ricardo A. Abril Ramirez
CPFDA 00624
JEFE DE LABORATORIO LECC



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

ANEXO 04:



AREQUIPA-PERU

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

La que suscribe, **Ing. Milagros Guillén Málaga**, Coordinadora del Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que los señores Bachilleres en Ingeniería Civil:

FRANCO ALFREDO IGLESIAS VALDIVIA

Código N° 2009600131

RONALD EDWIN YUPANQUI QUENTA

Código N° 2009224691

Han realizado los ensayos de Laboratorio de Concreto y Materiales de Construcción para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo Título es: **“UTILIZACION DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ DEL VALLE DE MAJES COMO ADICION AL CEMENTO PARA LA ELABORACION DE CONCRETO CON RESISTENCIAS 140 kgf/cm², 170 kgf/cm², 210 kgf/cm², 280 kgf/cm² Y 350 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”**.

Los ensayos efectuados por los señores tesisistas fueron los siguientes:

- 05 Análisis Granulométrico por Tamizado de agregados.
- 04 Ensayos de Peso Unitario suelto
- 02 Contenido de Humedad de agregados
- 02 Ensayo de Impurezas orgánicas del agregado fino/grueso
- 02 Ensayo de Peso específico y absorción de agregados
- 908 Elaboración y ensayos de resistencia a la compresión: Probetas de concreto
- 304 Elaboración y ensayos de resistencia a la tracción: Probetas de concreto
- 82 Elaboración y ensayos de resistencia a la compresión: Vigas de concreto

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, han sido realizados entre el 05/10/2015 y el 27/01/2016.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Arequipa, 23 de Marzo del 2016

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ING. MILAGROS GUILLEN MALAGA
COORDINADORA LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

____ Cayetano Arenas N°152 - Parque Industrial - Arequipa - Perú ____ Telf : 054 227915 ____ email: labcivil@ucsm.edu.pe ____

ANEXO 05:



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 251210 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

DECRETO N° 026-EPIC-2015

Arequipa, 2015 agosto 21

Visto el Expediente Nro.15036210 presentado por los Sres. Bachilleres FRANCO ALFREDO IGLESIAS VALDIVIA y RONALD EDWIN YUPANQUI QUENTA, quienes presentan el Plan de Tesis en dos ejemplares para pretender optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente.

SE RESUELVE:

PRIMERO

Designar como Jurado Dictaminador del Plan de Tesis Titulado: "UTILIZACION DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ DEL VALLE DE MAJES COMO ADICION AL CEMENTO PARA LA ELABORACION DE CONCRETO CON RESISTENCIAS 140 KG/CM2, 175 KG/CM2, KG/CM2 Y 280 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA", a los Sres. Ingenieros:

- Ing. Renato Díaz Galdos.
- Ing. Enrique Ugarte Calderón.

24-08-2015
25/08/2015

SEGUNDO

El Jurado antes mencionado tendrá que elaborar el dictamen conjunto correspondiente, en el término de catorce días hábiles a partir de la fecha.

TERCERO

La Dirección y Secretaría de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil se encargarán del cumplimiento del presente

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Jur
Ing. JULY LILIAM NEIRA ARENAS
Directora de la Escuela Profesional
de Ingeniería Civil

U.C.S.M. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
RECIBIDO	
Hora	Firma
Fecha 25.08.15	
Reg	